

JUN 30 1933

# ZEITSCHRIFT FÜR PHYSIKALISCHE CHEMIE

BEGRÜNDET VON  
WILH. OSTWALD UND J. H. VAN'T HOFF

UNTER MITWIRKUNG VON

ABEL-WIEN, BAUE-ESSEN, BENEDICTS-STOCKHOLM, BENNEWITZ-JENA, BILTE-HANNOVER, BJER-  
RUM-KOPENHAGEN, BONHÖFFER-FRANKFURT A. M., BORN-GÖTTINGEN, BRAUNE-HANNOVER, BREIDIG-  
KAMMER, BRÖNSTED-KOPENHAGEN, CANTHERSBERG-WARSCHAU, CHRISTIANSEN-KOPENHAGEN,  
COHEN-GÖTTINGEN, COHEN-UTSCH, DEBYE-LEIPZIG, F. G. DONNAN-LONDON, HERBT-WÜRZBURG,  
EGGERT-LEIPZIG, HUCKEN-GÖTTINGEN, v. EULER-STOCKHOLM, FAJANS-MÜNCHEN, FRANCK-  
GÖTTINGEN, FRUNDLICH-BERLIN, FRUMKIN-MOSKAU, FÜRTH-FRANK, GERLACH-MÜNCHEN, H. GOLD-  
SCHMIDT-GÖTTINGEN, v. M. GOLDSCHMIDT-GÖTTINGEN, GRIMM-LUDWIGSHAFEN, HABER-BERLIN,  
KAHN-BERLIN, v. HALBAN-ZÜRICH, HANTSON-DRESDEN, HENRI-LUTICQ, HERTZ-BERLIN, HIRS-  
FELD-BALTIMORE, v. HEVESY-FRANKFURT A. M., HUNNELL-WOOD-OSFORD, HUND-LEIPZIG, HÜTIG-  
FRANK, JOFFE-LEWINSKAD, KALLMANN-BERLIN, KOSSEL-DATZEN, KRÜGER-GIESSEN, KUHN-  
KARLSRUHE, LADENBURG-PRINCETON, LANDS-OLVENHUS, LE BLANC-LEIPZIG, LE CHATELIER-PARIS,  
LONDON-BERLIN, LUTHER-DRESDEN, MARK-WIEN, MECKE-BREMEN, MEYER-BERLIN, MEYER-  
GUTH, MITTASCH-OPPAU, MOLES-MADRID, NERNST-BERLIN, J. UND W. NODDACK-BERLIN, PANETH-  
KÖLN, POLANYI-BERLIN, RIESSELD-BERLIN, ROTH-BRAUNSCHWEIG, SCHIEBE-MÜNCHEN,  
SCHMIDT-MÜNCHEN, SCHOTTKY-BERLIN, SEMENOFF-LEWINSKAD, SIEGRAHN-UPPALA, SIEKAL-  
HALLE, SVEDBERG-UPPALA, STERN-HAMBURG, TAYLOR-PRINCETON, THIEL-MARBURG, TURANDT-  
HAGEN, VOLMER-BERLIN, WALDEN-ROSTOCK, v. WARTENBERG-GÖTTINGEN, WEGSCHEIDER-WIEN,  
WEIGERT-LEIPZIG, WINTNER-KOPENHAGEN, WOLF-KIEL UND ANDEREN FACHGENOSSEN

HERAUSGEGEBEN VON

M. BODENSTEIN · C. DRUCKER · G. JOOS · F. SIMON

ABTEILUNG A

CHEMISCHE THERMODYNAMIK · KINETIK  
ELEKTROCHEMIE · EIGENSCHAFTSLEHRE

SCHRIFFLEITUNG VON

M. BODENSTEIN · C. DRUCKER · F. SIMON

164. BAND, 6. HEFT

MIT 15 FIGUREN IM TEXT



LEIPZIG 1933 · AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H.

Angenommen Juni 1933

Printed in Germany

Z. physikal. Ch. (A)

# Inhalt.

<b>Ernst Jänecke</b> , Über das System Methylalkohol—Isobutylalkohol—Wasser. (Mit 11 Figuren im Text.) (Eingegangen am 29. 3. 33.)	401
<b>G. Ettisch und Günter Viktor Schulz</b> , Über sprunghafte Zeitverläufe von Reaktionen zwischen Proteinen und Alkali. (Mit 6 Figuren im Text.) (Eingegangen am 8. 2. 33.)	417
<b>Arne Ölander</b> , Eine elektrochemische Untersuchung von Messing. (Mit 2 Figuren im Text.) (Eingegangen am 11. 3. 33.)	428
<b>Adolf Parts</b> , Bemerkung zu der Arbeit: „Über die Neutralsalzwirkung bei den Ionenreaktionen“ von A. v. Koss. (Eingegangen am 9. 1. 33.)	439
<b>Bücherschau</b>	
<b>G. TAMMANN</b> , Lehrbuch der Metallkunde	442
<b>MICHELE GIUA und CLARA GIUA-LOLLINI</b> , Dizionario di Chimica generale e Industriale. Bd. I	444
<b>Eingegangene Bücher</b>	445
<b>Autorenregister von Band 164</b>	447
<b>Sachregister zu Band 159—164</b>	449
<b>Autorenregister zu Band 159—164</b>	463

## Bei der Schriftleitung eingegangene Arbeiten:

<b>Otto Erbächer</b> , Über die Natur der spontanen Abscheidung von Polonium auf Silber in verschiedenen Säuren. (Eingegangen am 6. 5. 33.)
<b>Otto Erbächer und Hans Kading</b> , Über das chemische Verhalten des Poloniums. (Eingegangen am 6. 5. 33.)
<b>A. Schulze</b> , Über strukturelle Besonderheiten beim Wismut und Antimon. (Eingegangen am 10. 5. 33.)
<b>P. A. Thiessen und E. Ehrlich</b> , Auffindung und Charakterisierung eines neuen Typus von Umwandlungen an Alkalisalzen höherer Fettsäuren. (Eingegangen am 10. 5. 33.)
<b>P. A. Thiessen und Eva Ehrlich</b> , Einfluss der Genotypie auf die Eigenschaften kolloidaler Zerteilungen fettsaurer Salze. (Eingegangen am 10. 5. 33.)
<b>R. Mumbrauer</b> , Erwiderung auf die vorstehenden Bemerkungen der Herren A. RAFFER, P. TOLMATSCHOFF und A. POLISSITSKY. (Eingegangen am 10. 5. 33.)
<b>Per Ekvall</b> , Die Leitfähigkeit alkylierter Ammoniumpikrate in wässriger Lösung bei 0°, 25° und 90°. III. Über die Hydrolyse der untersuchten Salze. (Mit 1 Figur im Text.) (Eingegangen am 7. 3. 33.)
<b>P. P. Kosakewitsch und N. S. Kosakewitsch</b> , Oberflächenspannung und Komplexbildung in nichtwässrigen Salzlösungen. (Mit 3 Figuren im Text.) (Eingegangen am 28. 4. 33.)
<b>Gertrud Weiss und F. F. Nord</b> , Kryolyse und Gasbeladung lyophiler Kolloide. 1. Teil. II. Mitteilung zum Mechanismus der Enzymwirkung. (Mit 11 Figuren im Text.) (Eingegangen am 17. 5. 33.)
<b>M. Centnerewer und T. Trebacikewicz</b> , Über die Zusammensetzung und Dissoziation des Thalliumperoxyds. (Mit 1 Figur im Text.) (Eingegangen am 13. 5. 33.)
<b>Robert Kremann und Richard Riehl</b> , Die Ultraviolettabsorption binärer Flüssigkeitsgemische. 2. Mitteilung: Das System Allylsulf-Piperidin in Äthanol. (Mit 3 Figuren im Text.) (Eingegangen am 13. 5. 33.)
<b>Li Klemm, Wilhelm Klemm und Günther Schlemm</b> , Die Mischbarkeit von aromatischen Halogenverbindungen im festen Zustande. (Mit 5 Figuren im Text.) (Eingegangen am 28. 4. 33.)
<b>Otto Werner</b> , Eine neue Methode zur Gewinnung hochkonzentrierter Emanationspräparate. (Mit 2 Figuren im Text.) (Eingegangen am 27. 4. 33.)
<b>L. F. Audrieth</b> , Über Salvosysteme chemischer Verbindungen. (Eingegangen am 18. 5. 33.)
<b>Otto Erbächer</b> , Über den Austausch zwischen Atomen und Ionen eines Metalls. (Eingegangen am 17. 5. 33.)
<b>E. J. Birr</b> , Anomale Elektrolyte. II. Die elektrische Leitfähigkeit von Jod und Jodverbindungen in Ketonen. (Eingegangen am 17. 5. 33.)
<b>M. Barak und Harold Hartley</b> , Die elektrische Leitfähigkeit von Lösungen ein- und wertiger Salze in Äthylalkohol. (Mit 3 Figuren im Text.) (Eingegangen am 16. 5. 33.)

## Über das System Methylalkohol—Isobutylalkohol—Wasser.

Von

**Ernst Jänecke.**

(Mit 11 Figuren im Text.)

(Eingegangen am 29. 3. 33.)

Die Gleichgewichte zwischen Dampf und Flüssigkeit beim Sieden unter Atmosphärendruck und die Entmischung in zwei Flüssigkeiten wurden bestimmt. Spez. Gewicht und Brechungsexponent in den flüssigen Gemischen dienten als Grundlage hierfür. Die Verschiedenheit beim Sieden von Isobutylalkohol—Wasser-Gemischen wurde untersucht.

Eine Veröffentlichung über das System Methylalkohol—*n*-Butylalkohol—Wasser von MUELLER, PUGSLEY und FERGUSON<sup>1)</sup> ist die Veranlassung dafür, unsere Untersuchungen über das ähnliche System mit Isobutylalkohol statt *n*-Butylalkohol bekanntzugeben. Die Untersuchungen wurden im Forschungslaboratorium der I. G. Farbenindustrie, Oppau, zu einem grösseren Teil gemeinsam mit Herrn Dr. KLIPPEL bereits vor mehreren Jahren gemacht. In einigen Punkten gehen sie weiter als die der englischen Forscher über das ähnliche System.

### Die binären Systeme.

Von den binären Systemen, die dem ternären System zugehören, sind die beiden mit Methylalkohol als einem Bestandteil die einfacheren. Beide zeigen eine einfache Siedekurve, die vom Siedepunkt des Methylalkohols ansteigt. Methylalkohol—Wasser ist begreiflicher Weise mehrfach untersucht worden (TAMMANN<sup>2)</sup>, KUENEN<sup>3)</sup>, LEWIS und MEMPHREE<sup>4)</sup>). Die Zusammensetzung von Flüssigkeit und Dampf, die beim Sieden zueinander gehören, ist angegeben von HAUSBRAND<sup>5)</sup> und BREDIG und BAYER<sup>6)</sup>.

Neuerdings ist von PUSCHIN und GLACOLEVA das Schmelzdiagramm veröffentlicht<sup>7)</sup>. Die Fig. 1 zeigt für Methylalkohol—Wasser

<sup>1)</sup> A. J. MUELLER, L. J. PUGSLEY und J. B. FERGUSON, J. physical Chem. **35**, 1214 bis 1327. 1931. <sup>2)</sup> G. TAMMANN, Wied. Ann. **32**, 683. 1886. <sup>3)</sup> J. C. KUENEN, Verdampfen und Verflüssigen. <sup>4)</sup> W. K. LEWIS und E. V. MEMPHREE, J. Am. chem. Soc. **46**, 1. 1924. <sup>5)</sup> HAUSBRAND, Rektifizierapparate, S. 113. <sup>6)</sup> G. BREDIG, Z. physikal. Ch. **130**, 7. 1927. <sup>7)</sup> N. PUSCHIN und GLACOLEVA, J. chem. Soc. London **1922**, 814.

die Siedepunkte mit den dazugehörigen Werten für die Zusammensetzung des Dampfes, wie sie sich in Gewichtsprozenten berechnen lassen, wenn man die von HAUSBRAND und BREDIG gefundenen Werte umrechnet. Hinzugenommen sind einige neu aufgenommene Siedepunkte, die in der Tabelle 1 vermerkt sind. Die gefundenen Werte ermöglichen es, glatte Kurven für Flüssigkeit und Dampf zu ziehen.

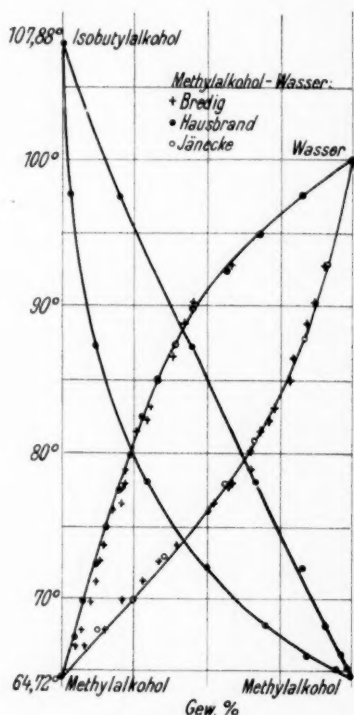


Fig. 1. Methylalkohol—Wasser und Methylalkohol—Isobutylalkohol bei 760 mm Druck.

Die Fig. 1 und Tabelle 3 enthalten auch für Methylalkohol—Isobutylalkohol die Werte, wie sie beim Sieden gefunden wurden. Die Zusammensetzung des Dampfes wurde nach dessen Kondensation festgestellt durch Bestimmung des spez. Gewichts und der Lichtbrechung mit Hilfe des ABBESCHEN Refraktometers. Das spez. Gewicht wurde mit einem Pyknometer gefunden. In den Tabellen 2 und 4 sind die betreffenden Werte enthalten.

Das dritte binäre System zeigt Entmischung im flüssigen Zustand. Es wurde mehrfach untersucht. ALEXEJEV<sup>1)</sup> bestimmte die Entmischungstemperatur bis zu dem kritischen Punkte<sup>2)</sup>. Andere Bestimmungen wurden ausgeführt von YOUNG und FORTEY<sup>3)</sup>, TIMMERMANS<sup>4)</sup> und KONOVALOW<sup>5)</sup>. Am ausführlichsten wurde das System untersucht von MICHELS<sup>6)</sup>.

Das System wurde von uns in einigen Punkten ergänzt. Die Entmischung wurde an mehreren Mischungen nochmals festgestellt.

Tabelle 5 enthält die gefundenen Werte. Zur Feststellung wurden gewogene Mengen in zugeschmolzenen

<sup>1)</sup> W. ALEXEJEV, Wied. Ann. **28**, 305. 1886. <sup>2)</sup> Vgl. LANDOLT-BÖRNSTEIN, Physikal.-chem. Tabellen, Bd. I, S. 754. <sup>3)</sup> SYDNEY YOUNG und EMILY C. FORTEY, J. chem. Soc. London **31**, 717 bis 739. 1902, referiert Z. physikal. Ch. **43**, 122 bis 123. 1903. <sup>4)</sup> J. TIMMERMANS, Z. physikal. Ch. **58**, 185. 1907. <sup>5)</sup> D. KONOVALOW, Wied. Ann. **14**, 34. 1881. <sup>6)</sup> A. MICHELS, Akad. Amsterdam Versl. **31**, 53. 1922. Arch. Néerland. **6**, 127. 1922.



Tabelle 1.

## Siedetemperaturen von Methylalkohol–Wasser.

Gew.% Wasser . .	91·8	83·6	65·3	45·4	35	24
Siedetemperatur. .	93	88	81	76	73	70

Tabelle 2. Methylalkohol–Wasser.

Gew.% $\text{CH}_3\text{OH}$ . . . . .	10	20	30	40	50
Dichte bei 15·56° (LANDOLT-BÜRNSTEIN) . . .	0·9826	0·9681	0·9536	0·9351	0·9186
$n_D$ , Brechungsindex . . . . .	1·3357	1·3385	1·3410	1·3427	1·3431
Gew.% $\text{CH}_3\text{OH}$ . . . . .	60	70	80	90	100
Dichte bei 15·56° (LANDOLT-BÜRNSTEIN) . . .	0·8980	0·8749	0·8504	0·8240	0·7959
$n_D$ , Brechungsindex . . . . .	1·3427	1·3412	1·3385	1·3344	1·3299

Tabelle 3. Zusammensetzung von Flüssigkeit und Dampf beim Sieden von Methylalkohol–Isobutylalkohol.

Gew.% Methylalk.: Flüssigk.	5	15	30	50	70	85	95
„ „ : Dampf . . . . .	21·0	45·8	67·0	84·0	91·0	96·5	99·0
Temperatur. . . . .	97·5	87·3	78·0	72·0	68·1	66·0	65·1
Brechungsindex des kondensierten Dampfes . . . . .	1·3816	1·3633	1·3591	1·3401	1·3351	1·3317	1·3304

Tabelle 4. Isobutylalkohol–Methylalkohol.

Gew.% Isobutylalk. .	100	54'48	24'55	0	46'44	25'75
Brechungsindex $n_D$ .	1'394	1'3644	1'3444	1'3287	1'3591	1'3461
Spez. Gew. bei 15° .	0'8026	—	—	0'7910	—	0'7968
Gew.% Isobutylalk. .	90	80	70	60	50	
Brechungsindex $n_D$ .	1'388	1'382	1'375	1'368	1'362	
Spez. Gew. bei 15° .	—	—	—	—	—	

Tabelle 5.

## Entmischung von Wasser und Isobutylalkohol.

Gew.% Isobutylalkohol . . . . .	81·7	57·8	49·1	26·7	20·7	17·5	16·3	10·6	8·0
Klärung des trüben Gem. oberhalb: . . . . .	38·9°	126·4	132·8	133·0	130·6	127·7	126·7	108·0	90·4 u. unterh.
Trübung d. klaren Gem. unterhalb: . . . . .	38·4°	126·5	132·4	133·0	130·3	127·6	126·7	107·7	90·4 u. oberh. 28·2°

kleinen Röhrchen erwärmt oder abgekühlt und die Temperatur beim Übergang trüber Gemische in klare und umgekehrt bestimmt. Die beiden so gefundenen Temperaturen wichen meistens nur wenig voneinander ab. Die Fig. 2 enthält die Ergebnisse dieser Untersuchungen.

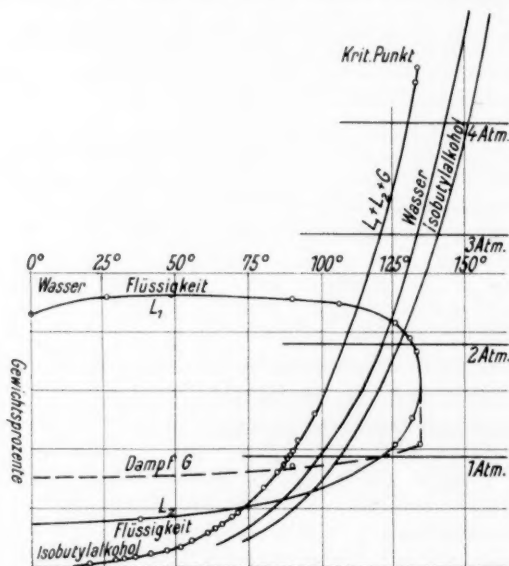


Fig. 2. Wasser—Isobutylalkohol. Gleichgewicht  $L_1 - L_2 - G$ ; Dampfdruckkurven.

Bei höheren Temperaturen besteht ein kleiner Unterschied gegenüber früheren Beobachtungen. Das Maximum der Entmischung wurde um etwa  $2^\circ$  höher gefunden. Charakteristisch für die Entmischungskurve ist das Umbiegen an der Wasserseite bei niedrigeren Temperaturen, das auch früher schon beobachtet wurde. Auch die Brechungsexponenten in dem System wurden in den homogenen Flüssigkeiten bestimmt und in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6. Isobutylalkohol—Wasser.

Gew. % Iso- butylalk. .	98	96	94	92	90	2	4	6	8	
Brechungs- exp. $n_D$ . .	1.3	9666	9580	9536	9494	9342	3852	3762	3983	4201

Von Interesse ist im System besonders auch die Dampfdruckkurve des Gleichgewichts Flüssig—Flüssig—Gasförmig. Um diese zu ermitteln, wurden vier Teile Wasser mit sechs Teilen Isobutylalkohol

gemischt, das Gefäß mit flüssiger Luft gekühlt und vollständig evakuiert. Die Messung des Dampfdruckes erfolgte mit Hilfe eines Federmanometers in der üblichen Weise. Der Druck im Innern des Gefäßes wurde durch äusseren Druck, der gemessen wurde, derart kompensiert, dass das Federmanometer auf Null stand. Die Tabelle 7

Tabelle 7. Dampfdrucke im System Isobutylalkohol–Wasser bei Vorhandensein zweier Flüssigkeiten.

Temp. ° C .	9.4	19.1	19.9	29.3	31.4	41.2	47.6	50.3	55.7
Druck mm .	9.5	20.2	20.7	38.9	45.3	78.5	111.5	128.9	169.5

Temp. ° C .	60.2	60.6	70.5	65.6	71.2	75.4	80.3	85.3
Druck mm .	214.4	213.5	344.0	269.8	349.5	425.2	525.3	647.8

Temp. ° C .	87.8	88.5	89.0	89.8	96.8	92.7	97.4	132.8
Druck mm .	715.9	732.1	748.5	770.6	804.2	866.2	1036.6	3325.0

enthält die gefundenen Werte, die in Fig. 2 mit eingetragen sind. Sie stimmen mit den von MICHELS gefundenen Werten gut überein. Als Maximaldruck wurde von diesem bei 132.8° 3325 cm gleich 4.375 Atm. bestimmt. Die Dampfdruckkurve lässt sich mit guter Genauigkeit durch eine Formel

$$\log p = -\frac{3777.5}{T} - 9.6148 \log T + 37.9111$$

wiedergeben.

Bei sich beschränkt mischenden Flüssigkeiten ist die Zusammensetzung des Dampfes, der sich mit ihnen im Gleichgewicht befindet, von besonderem Interesse. Zunächst ist für den Dampf das Mischungsverhältnis der Bestandteile beim Gleichgewicht mit beiden Flüssigkeiten festzustellen. Für die Siedetemperatur wurde es genau bestimmt. Zu dem Zweck wurden in einem Siedegefäß aus Quarz unter heftigem Rühren ein Gemisch beliebiger Zusammensetzung der beiden Flüssigkeiten zum Sieden gebracht, wobei der Druck durch einen Manostat auf 760 mm gehalten wurde. Bei 89.6° destillierte ein Gemisch über, das nach seiner Kondensation aus 249 cm<sup>3</sup> oberer und 66.5 cm<sup>3</sup> unterer Flüssigkeit bestand. Unter Benutzung der bekannten Zusammensetzung der im Gleichgewicht befindlichen Flüssigkeiten errechnete sich die Zusammensetzung des Dampfes zu 66.2% Isobutylalkohol und 33.8% Wasser. Der Dampf liegt also beim Sieden unter Atmosphärendruck in seiner Zusammensetzung zwischen den beiden Flüssigkeiten. Da der Dampf, der beim kritischen Druck und

kritischer Temperatur im Gleichgewicht mit der kritischen Flüssigkeit ist, nicht dieselbe Zusammensetzung hat wie diese, muss sich eine Kurve für die Zusammensetzung des Dampfes ergeben, welche bei höheren Temperaturen nicht mehr innerhalb des Gebiets der beiden Flüssigkeiten liegt. Bei  $120^{\circ}$  etwa findet, wie die Fig. 2 zeigt, ein Durchschneiden der Dampfkurve mit der einen der beiden Flüssigkeitskurven statt. Die durch den Schnittpunkt angegebene Flüssigkeit ist jetzt von gleicher Zusammensetzung wie der mit ihr im Gleichgewicht befindliche Dampf.

In dem System Isobutylalkohol—Wasser liegt der Siedepunkt beim Sieden der im Gleichgewicht befindlichen beiden Flüssigkeiten tiefer als die Siedetemperatur der einzelnen Bestandteile. Die Bestimmung der Zusammensetzung des Dampfes, der beim Sieden im Gleichgewicht mit nur einer Flüssigkeit ist, ist bei sich nicht mischenden Flüssigkeiten schwieriger, als bei solchen, die sich vollständig mischen. Um diese für ein solches System festzulegen, wird der Dampf aus einem siedenden Gemisch beider Flüssigkeiten überhitzt und dann durch die eine reine Flüssigkeit geschickt, wobei er sich mit dieser belädt. Der hierbei gebildete Dampf streicht durch eine Kupferspirale, die in einem Thermostaten auf konstanter Temperatur gehalten wird. In ihr bildet sich unter teilweiser Kondensation ein Dampf, der abgeführt wird. Seine Zusammensetzung wird nach Kondensation bestimmt, indem die Flüssigkeitsmengen der beiden sich nicht mischenden Flüssigkeiten gemessen werden. Nach der Umrechnung bekommt man die Zusammensetzung des Dampfes für die Temperatur im Thermostat. Die Bestimmungen wurden mit Hilfe einer von BARBAUDY<sup>1)</sup> vorgeschlagenen Apparatur bestimmt. In einem Glasballon von etwa 1 Liter Inhalt befinden sich die beiden gleichzeitig siedenden Flüssigkeiten. Der Dampf streicht über einen Überhitzer von 6 mm Rohrdurchmesser und 150 cm Rohrlänge und geht von diesem in einen Kupferballon von etwa 1 Liter Inhalt, indem er aus diesem Sättiger je nach dessen Füllung Wasser oder Isobutylalkohol aufnimmt, entsprechend dem Zweig der Kurven, den man bestimmen will. Die Temperatur dieses Sättigers wird mit Hilfe eines grossen Gefässes einigermassen konstant gehalten. Von hier geht der Dampf durch eine Kupferspirale von 10 mm Rohrdurchmesser und 4 mm Rohrlänge, die sich in einem elektrisch heizbaren und auf bestimmte

<sup>1)</sup> J. BARBAUDY, Diss., Paris 1925.

Temperatur genau einstellbaren Thermostaten befindet. Weiter schliesst sich ein Kühler an, durch den die austretenden Dämpfe kondensiert werden. Durch Wechsel der Temperatur in dem Thermostaten lassen sich verschiedene Punkte der Dampfkurve bestimmen.

Tabelle 8. Dampfzusammensetzung beim Sieden im System Isobutylalkohol—Wasser bei 760 mm.

1. Wasserseite:							
Temperatur ° C . . .	90.5	91.0	92.0	92.1	93.0	94.3	95.3
Gew. % Isobutylalk.	62.1	59.5	56.8	56.5	52.0	44.2	39.5
2. Isobutylalkoholseite:							
Temperatur ° C . . .	91.0	93.5	96.4	94.7			
Gew. % Isobutylalk.	71.4	77.2	82.3	79.1			
Obere Schicht: 15°	0.8367 spez. Gew.			84.0 Gew. % Isobutylalkohol			
Untere „ : 15°	0.9855 „			91 „			
(LANDOLT-BÖRNSTEIN 1'454)				(MICHEL'S)			

Die Untersuchung gliederte sich in zwei Teile, in die der wasserreichen und der isobutylreichen Gemische. Die Genauigkeit in der Feststellung der Zusammensetzung des Dampfes war an der Wasserseite grösser als an der anderen. In der Tabelle 8 sind die Ergebnisse wiedergegeben, die im unteren Teil der Fig. 3 dargestellt sind. Unter Benutzung der oben angegebenen Beziehungen in der Zusammensetzung des Dampfes beim Sieden der beiden Flüssigkeiten lässt sich auch für anderen Druck mit einiger Genauigkeit das Verhalten angeben. Von Interesse ist dieses besonders deswegen, weil bei Drucksteigerung die Zusammensetzung des Dampfes nach der Isobutylalkoholseite hin wandert. Die Fig. 3 enthält ein solches Diagramm, das für den Druck von 3000 mm aus den gefundenen Werten berechnet wurde. Die niedrigste Siedetemperatur ist hierbei nicht mehr die, bei der die beiden Flüssigkeiten sieden, sondern es gibt eine isobutylalkoholreichere Flüssigkeit mit einer ein-

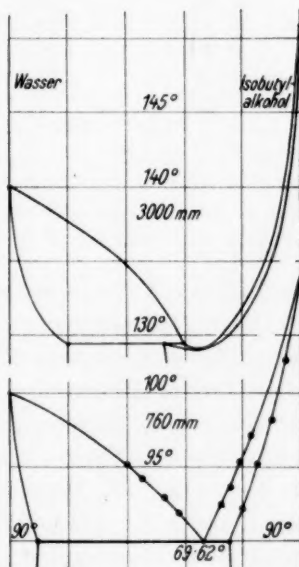


Fig. 3. Wasser—Isobutylalkohol bei 760 mm und 3000 mm Druck.



heitlichen minimalen Siedetemperatur. Hieraus folgt auch, dass bei Überschreiten der kritischen Temperatur sich das Sieden einheitlicher Flüssigkeitsgemische mit minimalem Siedepunkt ergibt.

### Das ternäre System. Entmischung.

Für die Bestimmung der Entmischungstemperaturen der ternären Gemische wurden wie bei den binären Systemen gewogene Mengen der drei Flüssigkeiten in zugeschmolzenen Röhrchen erwärmt oder

abgekühlt und die Temperatur bei Trübung oder Klarwerden festgestellt. Die beiden so bestimmten Temperaturen weichen meistens nur wenig voneinander ab. Untersucht wurden sechs Versuchsreihen von Flüssigkeiten, indem ausser von reinem Wasser von Gemischen mit 5,21, 9,7, 16,05, 20,2 und 25,03 % Methylalkohol ausgegangen wurde. Diesen wurde jedesmal eine bestimmte Menge Isobutylalkohol zugesetzt und das so erhaltene Gemisch auf seine Mischbarkeit geprüft. Die Temperaturen, bei denen die Gemische klar wurden bzw. sich wieder trübten, sind in Tabelle 9 angegeben. Die Ergebnisse sind in Fig. 4 zusammengefasst. Ein jeder der sechs Kurvenzüge bezieht sich auf eine Versuchsreihe mit bestimmtem Gehalt an

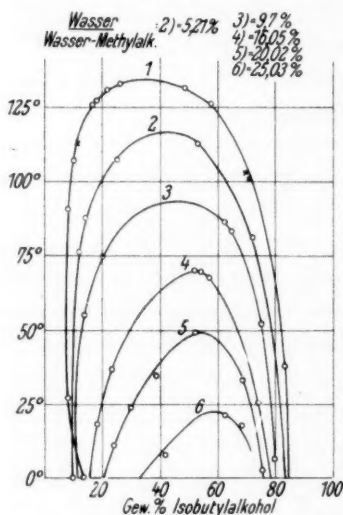


Fig. 4.

Entmischung: Wasser—Isobutylalkohol (1) und Wasser—Isobutylalkohol—Methylalkohol (2 bis 6).

Methylalkohol, die in 100 g Gemisch enthaltene Menge Isobutylalkohol ist als Abszisse aufgetragen, die Temperatur als Ordinate. Für 0° wurden noch zur genaueren Festlegung die Entmischung durch unmittelbaren Zusatz der Bestandteile gemacht. Die gefundenen Werte sind in Tabelle 10 niedergelegt. Zur genauen Darstellung des Entmischungsgebiets für alle Temperaturen ist mit Hilfe der Fig. 4 die Fig. 5 konstruiert, wobei der Massstab für den Gehalt an Methylalkohol grösser gewählt wurde. Etwas Eigentümliches ergibt sich für die Gemische mit hohem Wassergehalt bis zu einem Gehalt von 13% Isobutylalkohol. Diese zeigen eine Trübung in einem Temperaturintervall wie die Methylalkohol—freien Wasser—Isobutylalkohol-Gemische.



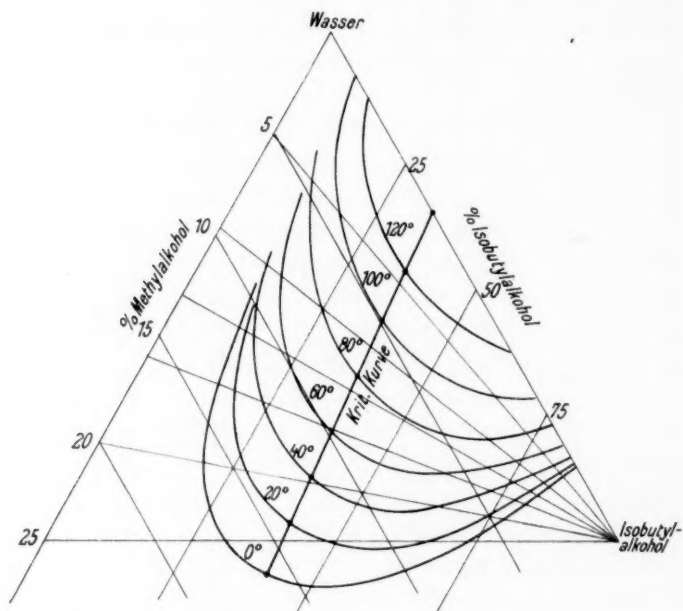


Fig. 5. Entmischungsisothermen: Wasser—Isobutylalkohol—Methylalkohol. Massstab für Methylalkohol vergrößert.

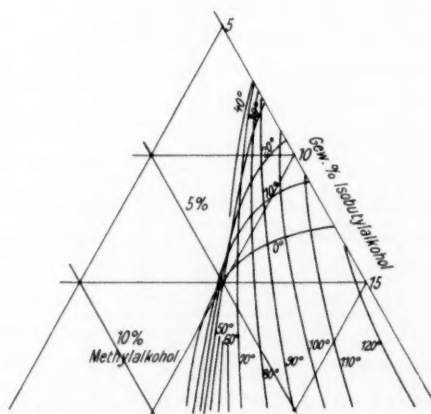


Fig. 6. Wasser—Isobutylalkohol—Methylalkohol. Entmischungsisothermen der wasserreichen Gemische.

Wie die Fig. 6 zeigt, durchschneiden sich die Kurven für tiefere Temperaturen mit denen für höhere. Es findet Entmischung der gleichen Mischung oberhalb und unterhalb bestimmter Temperaturen statt. Sonst wächst das Entmischungsgebiet, wie Fig. 7 zeigt, mit sinkender Temperatur. In dieser Figur ist auch von dem kritischen Punkt des binären Gemisches aus eine Kurve gezogen, welche die kritische Kurve darstellt. Sie gibt die Gemische an, die bei den zugehörigen Temperaturen gerade keine Bildung zweier Flüssigkeiten mehr zeigen. Sie wurde für  $0^\circ$ ,  $20^\circ$  und  $25^\circ$  bestimmt durch Feststellung der spez. Gewichte und Brechungsexponenten der zusammengehörigen Flüssigkeit und der daraus sich ergebenden Zusammensetzung der Flüssigkeiten.

### Spezifisches Gewicht und Brechungsvermögen.

Die Bestimmung der spez. Gewichte und Brechungsexponenten der ternären Gemische erfolgte an einer grösseren Anzahl Gemische, die in der Dreiecksdarstellung auf Geraden ausgehend vom Wasserpunkt liegen. Die Ergebnisse sind in der Fig. 7 zusammengefasst.

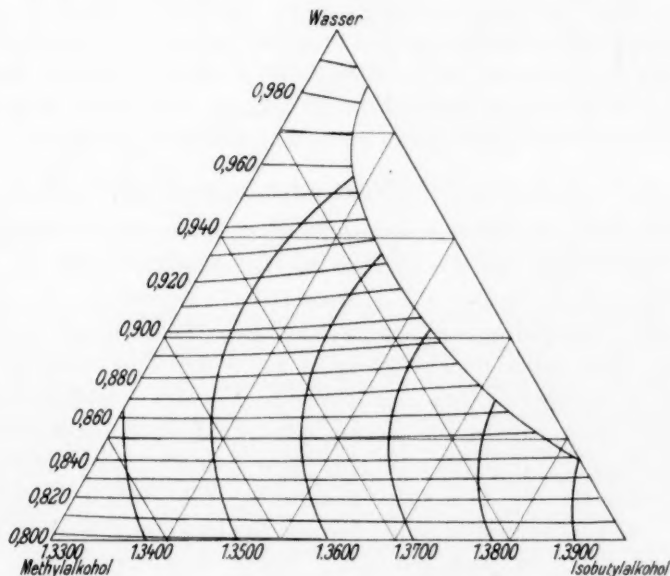


Fig. 7. Wasser—Isobutylalkohol—Methylalkohol. Spezifische Gewichte (bei  $15^\circ$ ) und Brechungsexponenten (bei  $17.5^\circ$ ).

Die gefundenen spez. Gewichte sind ein wenig grösser als sich nach der Mischungsregel errechnen lässt. Es findet also eine Kontraktion statt. Hieraus geht auch hervor, dass es unpraktisch wäre, von vornherein die Darstellung der Ergebnisse auf Volumprocente statt Gewichtsprocente zu beziehen. Ein Punkt in einem Dreieck, der  $100\text{ cm}^3$  entspräche, stellte keineswegs ein Gemisch dar, das sich beim Vermischen von insgesamt  $100\text{ cm}^3$  Flüssigkeit bildete. Es müsste bis  $2\text{ cm}^3$  Flüssigkeit mehr verwendet werden. Eine Darstellung nach Volumprozenten müsste stets im Zusammenhang mit einer solchen der spez. Gewichte verwendet werden.

Was die Brechungsexponenten angeht, so wurden sie wie bei den binären Systemen mit Hilfe des ABBESchen Eintauchrefraktometers bestimmt. Wie die früheren Zahlenangaben die binären Systeme zeigen, ist der Brechungsexponent für Gemische beider Alkohole unmittelbar nach der Mischungsregel zu berechnen. Gemische aus Wasser und Methylalkohol oder beiden Alkoholen zeigen aber ein wesentlich anderes Verhalten. Der Brechungsexponent geht durch ein Maximum, was auf eine erhebliche Verschiebung des inneren Gleichgewichts hinweist. Da die beiden Kurvenzüge für spez. Gewichte und Brechungsexponenten sich, wie Fig. 7 angibt, in grossen Winkeln durchschneiden, so lässt sich ein Gemisch aus den drei Komponenten sehr genau durch Bestimmung dieser Grössen festlegen. Dieses wurde benutzt für die Feststellung des Verhaltens beim Sieden und die Zusammengehörigkeit von Dampf und Flüssigkeit.

#### Das Sieden der Flüssigkeitsgemische.

Zur genauen Bestimmung der Zusammensetzung der Dämpfe, die beim Sieden mit einer Flüssigkeit im Gleichgewicht sind, wurde der Apparat angewandt, der von J. BARBAUDY<sup>1)</sup> angegeben ist. Das angewandte Siedegefäss aus Quarz hat einen Rauminhalt von etwa  $500\text{ cm}^3$ . Der gebildete Dampf muss zur Verhütung teilweiser Kondensation in einer Röhre das siedende Flüssigkeitsgemisch durchstreichen. Diese enthält ein Thermometer mit Zehntel-Grad-Einteilung zur Ablesung der Dampftemperatur. Ein anderes Thermometer misst die Temperatur des Flüssigkeitsgemisches. Ein Rührwerk mit etwa 500 bis 600 Umdrehungen in der Minute bewirkt eine dauernde Durchmischung der Flüssigkeitsgemische. Durch Vorschalten eines Manostaten wurde bei den Versuchen ein Druck von  $760\text{ mm Hg}$  eingehalten.

<sup>1)</sup> J. BARBAUDY, Diss., Paris 1925.



Die Bestimmung der Zusammensetzung der Destillate geschah mit Hilfe ihrer spez. Gewichte und Brechungsexponenten und Ablesen der zu diesen Werten gehörigen Gemische aus der Figur. Die Versuche in ternären Systemen wurden mit vier verschiedenen zusammengesetzten Wasser—Isobutylalkohol-Gemischen durchgeführt, denen steigende Mengen Methylalkohol zugesetzt wurden. Da von dem gesamten Flüssigkeitsgemisch (etwa  $330\text{ cm}^3$ ) nur 5 bis  $6\text{ cm}^3$  abdestilliert wurden, konnte eine zu berücksichtigende Veränderung der

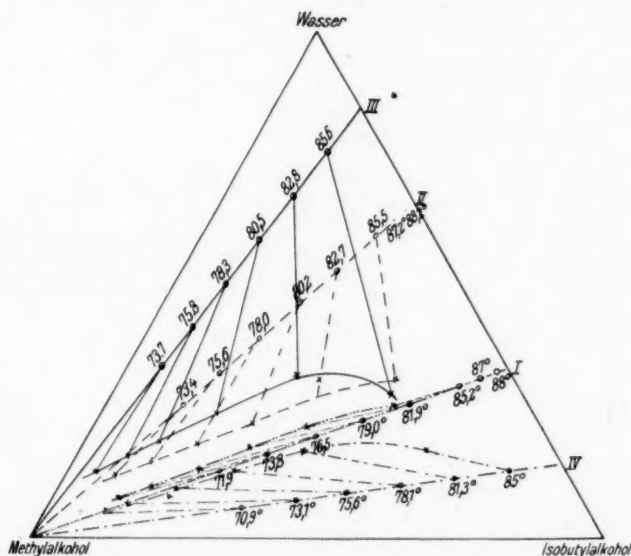


Fig. 8. Wasser—Isobutylalkohol—Methylalkohol. Zugehörige Gemische von Flüssigkeit und Dampf beim Sieden unter Atmosphärendruck.

prozentualen Zusammensetzung im Rückstand nicht eintreten. Die abgelesenen Temperaturdifferenzen zwischen Flüssigkeit und Dampf betragen  $\frac{1}{10}^{\circ}$  bis  $\frac{2}{10}^{\circ}$ , so dass die Veränderung des Destillationsgemisches nur unbedeutend ist. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich in der Fig. 8. Diese zeigt, wie die Destillate mit zunehmenden Methylalkoholgehalt der Flüssigkeitsgemische der Methylalkohol-ecke sich nähert. Die wasserreicheren Gemische ergeben bedeutend wasserärmere Destillate. Mit Hilfe dieser und früherer Figuren wurde in perspektivischer Darstellung für 760 eine vollständige Darstellung für das Sieden aller Gemische in den beiden Fig. 9 und 10 gegeben. Die Fig. 9 bezieht sich auf die Siedetemperaturen der Flüssigkeiten,

Fig. 10 enthält die zugehörigen Dämpfe. Die Fig. 9 enthält noch die Entmischung für andere Temperaturen. Die Pfeile in Fig. 9 weisen nach den beiden Ecken, dem Wasser und Isobutylalkohol, hin. Ausserdem gibt es eine Kurve, die von dem Punkt des Methylalkohols nach

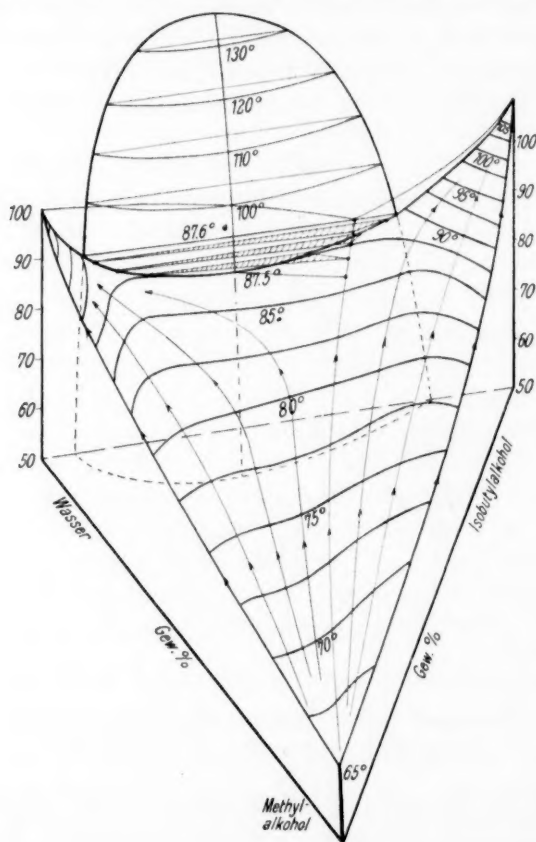


Fig. 9. Wasser—Isobutylalkohol—Methylalkohol. Perspektivische Darstellung der Flüssigkeitsfläche beim Sieden unter Atmosphärendruck sowie des Entmischungsgebietes.

dem Siedepunkt der Gemische Wasser—Isobutylalkohol hin verläuft. Diese Pfeile geben an, in welcher Richtung bei einer Destillation sich die siedenden Flüssigkeiten bei Wegführen des Dampfes bewegen. Oberhalb der mittleren Kurve laufen sämtliche Pfeile nach dem Punkt, der das Wasser darstellt, unterhalb nach dem Punkt, der

Isobutylalkohol darstellt. Bei der Destillation in einer Kolonne liesse sich, wie hieraus folgt, Methylalkohol als Dampf gewinnen und je nach der Zusammensetzung, von der man ausgeht, ein Gemisch von Wasser und Isobutylalkohol als Flüssigkeit. Hierbei ist zu beachten, dass es selbstverständlich nicht möglich ist, in dieser Art gleichzeitig zwei von den drei Bestandteilen rein auszuscheiden. Bei einer Destilla-

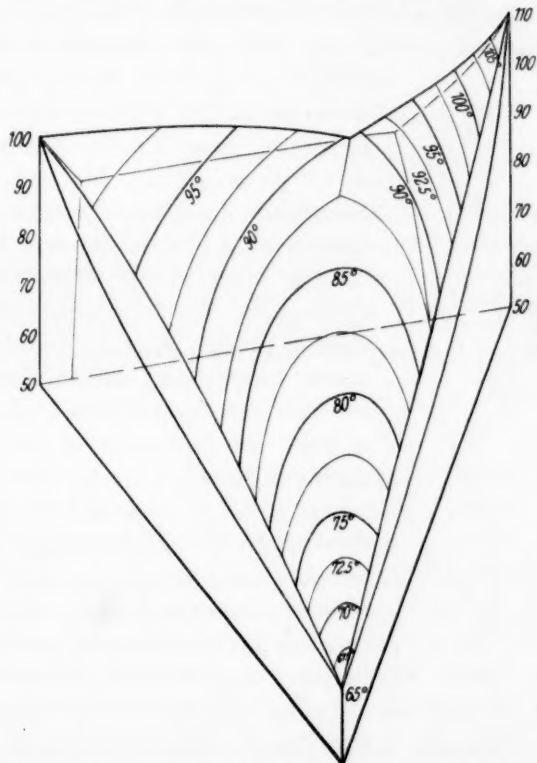


Fig. 10. Wasser—Isobutylalkohol—Methylalkohol. Perspektivische Darstellung der Dampffläche beim Sieden unter Atmosphärendruck.

tion in einer Kolonne kann deswegen neben reinem Methylalkohol ein Gemisch entstehen, das aus Wasser und Isobutylalkohol zusammengesetzt ist und sich in zwei Flüssigkeiten entmischt.

Das Sieden von Flüssigkeitsgemischen, die sich in zwei Flüssigkeiten zerlegen, soll noch an der Fig. 11 erörtert werden, wobei angenommen wird, dass in einem abgeschlossenen Gefässe, das stets unter Atmosphärendruck gehalten wird, sich ein bestimmtes

Gemisch  $P$  erwärmt. Es sei ein Gemisch angenommen, das auf der Geraden  $Aa$  liegt, wobei zu der siedenden Flüssigkeit  $a$ , welche das kritische Gemisch bei der Siedetemperatur angibt, bei dieser Temperatur  $t_1$  der Dampf  $A$  gehört. Beim Erwärmen des flüssigen Gemisches  $P$  wird sich dieser Dampf bilden, wenn die Temperatur  $t_1$  erreicht ist. Bei weiterem Erwärmen des Gemisches aus Dampf und Flüssigkeit auf die Temperatur  $t_2$  zerfällt es in die beiden Flüssigkeiten  $b_1$  und  $b_2$  und das Gas  $B$ . Bei noch höherer Temperatur  $t_3$

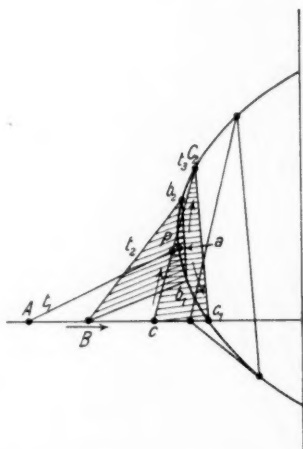


Fig. 11. Wasser—Isobutylalkohol—Methylalkohol. Sieden sich entmischender Flüssigkeiten.

besteht es aus der Flüssigkeit  $c_2$  und dem Gas  $C$ . Es hat das Gas also beim Erwärmen seine Zusammensetzung von  $A$  bis  $C$  geändert. Die ursprüngliche Flüssigkeit  $A$  spaltet sich in zwei andere, und die eine Flüssigkeit wird beim Erwärmen immer weniger und verschwindet schliesslich. Wird die Temperatur noch über  $t_3$  erhöht, so wird die Gasmenge immer grösser und nähert sich der ursprünglichen Zusammensetzung  $P$ , bis es diese Zusammensetzung bei einer bestimmten Temperatur erreicht. Die zugehörige, immer wasserreicher werdende Flüssigkeit ist nicht angegeben; ihre Menge nimmt immer ab. Diese Auseinandersetzung erlaubt es, das Sieden unter anderen Bedingungen zu erkennen, so

auch dann, wenn beim Sieden die Dampffraktion entfernt worden oder in einer Kolonne destilliert wird. Wesentlich ist, dass sich zwei Flüssigkeiten bilden, die beide bei Temperaturerhöhung weniger werden, bis die eine vor der anderen verschwindet. Umgekehrt muss diese Bildung zweier Flüssigkeiten bei Kondensation eines Dampfes auftreten und kann eine gewisse Trennung durch Abscheiden der schwereren von der leichteren Flüssigkeit erzielt werden. Hiermit dürfte das Wesentlichste beim Sieden aller Flüssigkeitsgemische klargelegt sein.

## Über sprunghafte Zeitverläufe von Reaktionen zwischen Proteinen und Alkali.

Von

G. Ettisch und Günter Viktor Schulz.

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie  
Berlin-Dahlem.)

(Mit 6 Figuren im Text.)

(Eingegangen am 8. 2. 33.)

Der zeitliche Verlauf der Abbaureaktionen von Eiweisskörpern durch Alkali (gemessen an der Viscosität u. a.) zeigt die Erscheinung, dass die Reaktion nicht kontinuierlich vor sich geht sondern in einzelnen Sprüngen, zwischen denen die Reaktion vollständig stillzustehen scheint. Elektrochemische Messungen während des Reaktionsverlaufs zeigen weiter, dass die Reaktion an allen Molekülen parallel fortschreitet. Es wird versucht, eine qualitative Erklärung beider Erscheinungen auf Grund der statistischen Verhältnisse in den sehr grossen Eiweissmolekülen zu geben.

### I.

Wie wir in einigen Arbeiten nachweisen konnten, werden durch die Einwirkung von Alkali auf in Lösung befindliches Eiweiss an diesem tiefgreifende, irreversible Veränderungen hervorgerufen<sup>1)</sup>. Die am leichtesten aufzeigbare dieser Veränderungen besteht darin, dass aus den grossen, durch Membranen nicht diffusiblen Eiweissmolekülen kleinere Bruchstücke abgespalten werden, die durch Membranen diffundieren können. Diese Spaltungsreaktionen erfordern zu ihrem Ablauf erhebliche Zeit<sup>2)</sup>. Je nach der Art des Eiweisskörpers und Stärke des einwirkenden Alkalis vergehen viele Stunden bis mehrere Tage, ehe die Reaktion an ihrem Endpunkt angelangt ist<sup>3)</sup>.

Die auffälligste und daher schon lange bemerkte Erscheinung, die, wie wir zeigten, durch diese Reaktionen veranlasst wird, ist die

<sup>1)</sup> G. ETTISCH und G. V. SCHULZ, I: Bioch. Z. **239**, 48. 1931. II: Bioch. Z. **245**, 189. 1932. Die untere Grenze der Nachweisbarkeit dieser Veränderungen liegt bei einer Gleichgewichtskonzentration von etwa 0.002 norm. NaOH. <sup>2)</sup> Es handelt sich hier um die „Sekundärreaktion“. Über Primär- und Sekundärreaktion siehe ETTISCH und SCHULZ I, sowie SCHULZ und ETTISCH, Z. physikal. Ch. (A) **164**, 97. 1933.

<sup>3)</sup> Die Säurespaltung ist in den bisher untersuchten Fällen bei 27°C nur schwach ausgeprägt.



Veränderung der Viscosität von Eiweisslösungen durch Alkali. Da die Viscosität sich sehr genau messen lässt, eignet sich diese Erscheinung besonders gut zur Verfolgung der Kinetik dieser Reaktionen.

## II.

Als wir den Gang der Viscosität mit der Zeit (nach Zusatz von Alkali) untersuchten, fiel uns auf, dass dieser Unregelmässigkeiten zeigte, die grösser waren, als auf Grund der Genauigkeit der Messmethode zu erwarten war. Es schien, als ob die Abnahme der Viscosität nicht völlig kontinuierlich vor sich ginge<sup>1)</sup>. Um diesen Effekt zu untersuchen, bemühten wir uns, den Gang der Viscosität noch genauer als bisher aufzunehmen.

Die Messungen wurden an einer 3% igen Caseinlösung ausgeführt. Das Casein wurde nach VAN SLYKE und BAKER<sup>2)</sup> hergestellt und, nachdem es im Exsiccator von Alkohol und Äther befreit war, in 0.02 norm. Natronlauge gelöst. Die Lösung reagierte neutral. Bei den nachfolgend beschriebenen Versuchen wurde dieser Lösung 0.2-, 0.4- und 1.0 norm. NaOH im Verhältnis 9:1 zugesetzt, so dass das Reaktionsgemisch 2.7% Casein und 0.04-, 0.06- und 0.12 norm. NaOH enthielt.

Wir massen die Viscosität in einem OSTWALD-Viscosimeter mit 55.2 Sekunden Durchflusszeit für destilliertes Wasser. Bei einiger Übung gelingt es leicht, die Durchflusszeit besser als auf  $\pm 0.2$  Sekunden genau zu bestimmen. Die Mess-temperatur war 27°. Das Viscosimeter befand sich während der Messung in einem Thermostaten, der die Temperatur auf  $\pm 0.03^\circ$  genau regulierte. Die Temperatur

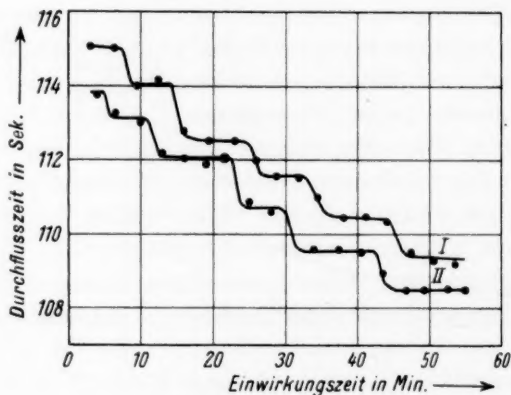


Fig. 1. Viscositätsverlauf nach Zusatz von 0.04 norm. NaOH zur ursprünglichen Lösung.

<sup>1)</sup> Loc. cit. I (S. 61) wurde bereits auf diese Feststellung besonders hingewiesen.

<sup>2)</sup> VAN SLYKE und BAKER, J. biol. Chem. **35**, 127. 1918.

Tabelle 1. Viscositätsverlauf nach Zusatz von 0.04 norm.  $\text{NaOH}$  zur Ausgangslösung.

1. Lösung				2. Lösung			
Zeit (min)	Durchfluss- zeit (sec)	Zeit (min)	Durchfluss- zeit (sec)	Zeit (min)	Durchfluss- zeit (sec)	Zeit (min)	Durchfluss- zeit (sec)
0	—	32	111.5	0	—	34	109.6
3	115.1	34.5	111.0	4	113.8	37.5	109.6
6.5	115.0	38	110.5	6.5	113.3	40.5	109.5
9.5	114.0	41	110.5	10	113.0	43.5	109.0
12.5	114.2	44	110.3	13	112.2	46.5	108.5
16	112.8	47	109.5	16	112.0	49	108.5
19.5	112.5	50.5	109.3	19	111.9	52.5	108.5
23	112.5	53.5	109.2	21.5	112.1	55.5	108.5
26	112.0	56	109.0	25	110.9	59	108.2
29	111.6			28	110.6		

schwankte während der Messung ziemlich regelmässig in einer Periode von 4 bis 5 Minuten nur um den angegebenen Betrag. Wir konnten ungefähr alle 3 Minuten eine Messung ausführen. Die Messungen liefern (für den Fall, dass sich die Viscosität ändert) natürlich nicht die zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhandene Viscosität, sondern einen Wert, der ein Mittel darstellt zwischen den verschiedenen Viscositäten, die die Lösung während der Zeit ihres Durchflusses annimmt.

Fig. 1 und Tabelle 1 geben zwei auf diese Weise gemessene Zeitverläufe wieder. Zur Zeit Null wurde das Alkali der Lösung zugesetzt, und zwar so viel, dass die Lösung 0.06 norm.  $\text{NaOH}$  enthielt. Die Lösungen wurden in den beiden Versuchen ganz gleich behandelt. Im zweiten Versuch war die Lösung gegenüber dem ersten Versuch etwas gealtert.

Es ergibt sich der merkwürdige Sachverhalt, dass der Viscositätsverlauf sprunghaft in Stufen vor sich geht. Die Viscosität bleibt während längerer Perioden (am Anfang 5, nach 1 Stunde etwa 10 Minuten) konstant. Die Dauer einer solchen Periode liegt ausserhalb der geringen Thermostatenschwankungen. Zwischen diesen Perioden sinkt die Viscosität rasch um einen Betrag (im Mittel 1.2 Sekunden), der weit ausserhalb der Fehlergrenze liegt, ab. Wie rasch dieser Abfall erfolgt, lässt sich mit dem OSTWALD-Viscosimeter nicht feststellen, da dieses, wie schon gesagt, nur den Mittelwert der Viscosität während des Zeitraums der einzelnen Messung (etwa 2 Minuten) liefert. Der mögliche Höchstwert dieser Abfallzeit beträgt — wie aus der Figur ersichtlich — etwa 2 bis 3 Minuten. Es ist aber möglich, dass der Vorgang tatsächlich sehr viel schneller erfolgt. Die beiden Kurven weichen zwar etwas voneinander ab — was wohl auf ihren Alters-

Tabelle 2. Viscositätsverläufe nach Einwirkung verschieden starken Alkalis.

0'02 norm. NaOH zugesezt		0'04 norm. NaOH zugesezt		0'10 norm. NaOH zugesezt	
Zeit (min)	Relative Viscosität	Zeit (min)	Relative Viscosität	Zeit (min)	Relative Viscosität
0	etwa 2'02	0	2'02	0	etwa 1'95
3'5	2'155	4	2'148	3'5	1'920
7	2'163	6'5	2'138	6	1'895
10	2'155	10	2'132	9	1'875
13'5	2'148	13	2'115	12	1'878
17	2'148	16	2'112	14'5	1'840
20'5	2'139	19	2'110	17	1'840
24'5	2'139	21'5	2'113	20	1'832
30	2'134	25	2'092	23	1'818
34	2'128	28	2'087	26	1'816
40	2'126	34	2'068	28'5	1'815
44	2'116	37'5	2'068	31'5	1'815
48'5	2'114	40'5	2'065	34	1'802
51'5	2'114	43'5	2'057	36'5	1'802
54'5	2'110	46'5	2'047	39	1'797
58	2'105	49	2'047	42	1'799
61	2'104	52'5	2'047	45	1'799
64'5	2'104	55'5	2'047	48	1'786
		59	2'040	50'5	1'786
		62	2'037	54	1'785
		65	2'030	57'5	1'781
		68	2'030	60	1'783
				64	1'777
				67	1'777
				69'5	1'777
				71	1'777

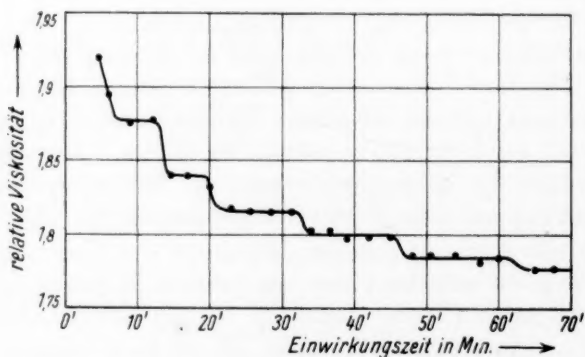


Fig. 2. Viscositätsverlauf nach Zusatz von 0'10 norm. NaOH zur Ausgangslösung (Ausgangsviscosität etwa 1'97).

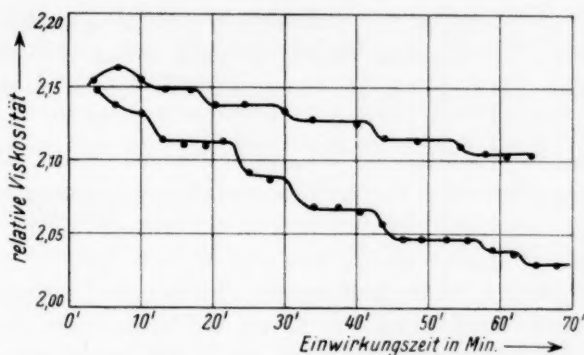


Fig. 3. Viscositätsverlauf nach Zusatz von 0.02 und 0.04 norm.  $\text{NaOH}$  zur Ausgangslösung.

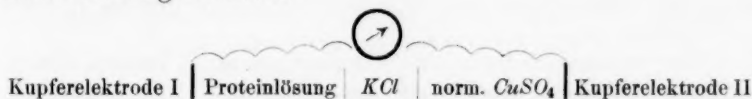
unterschied zurückzuführen ist —, lassen sich aber durch eine geringe Verschiebung vollständig zur Deckung bringen. Damit dürfte die Realität des Effekts sichergestellt sein.

In der Tabelle 2 und den Fig. 2 und 3 sind die ebenso gemessenen Viscositätsverläufe bei Einwirkung verschieden starken Alkalis, umgerechnet auf relative Viskosität (bezogen auf Wasser) wiedergegeben. Man sieht auch hier den gleichen treppenförmigen Verlauf der  $\eta(t)$ -Kurve.

Bevor wir eine Erklärung dieser merkwürdigen Befunde versuchen, wollen wir eine Serie anderer Experimente mitteilen, die in enger Beziehung zu den eben mitgeteilten zu stehen scheinen. Es handelt sich um die Ergebnisse der „elektrochemischen Analyse“ der Einwirkung von Alkali auf Proteinlösungen.

### III.

Die elektrochemische Analyse<sup>1)</sup> von Proteinen beruht darauf, dass Proteinlösungen gegen eine Kupferelektrode ein definiertes und mit grosser Genauigkeit bestimmbares Potential ergeben, wenn man der Messung die Kette



zugrunde legt. Der stromliefernde Vorgang besteht darin, dass an der Elektrode II  $\text{Cu}$ -Ionen abgeschieden werden und eine äquivalente

<sup>1)</sup> Zum vollständigen Verständnis der nachfolgenden Erscheinungen sei auf die Originalarbeit (loc. cit. II) verwiesen.

Menge von *Cu*-Ionen an der Elektrode I in Lösung gehen, um dort sofort mit dem Protein ein ausserordentlich festes Komplexsalz zu bilden<sup>1)</sup>. Die EMK der Kette entspricht der freien Energie dieses Vorgangs<sup>2)</sup>.

Sättigt man durch Zusatz steigender Mengen eines *Cu*-Salzes zur Proteinlösung allmählich die zur Komplexbildung befähigten Gruppen des Proteins ab, misst die sich jeweils einstellende EMK und trägt diese gegen die zugehörige *Cu*-Konzentrationen auf, so erhält man Kurven, die einer elektrometrischen Titration entsprechen. Die EMK der Kette bleibt nämlich bis zu der Konzentration konstant, bei der die komplexbildenden Gruppen abgesättigt sind, um dann bei höherer Konzentration steil auf einen niederen Wert abzufallen. Die elektrochemische Analyse liefert also die Menge der komplexbildenden Gruppen in einer Proteinlösung sowie ihre Affinität zum Kupfer.

Diese beiden Grössen werden ausserordentlich stark durch die Einwirkung von Alkali auf das Protein verändert. Lässt man verschieden starkes Alkali etwa 20 Stunden lang auf eine 3%ige Caseinlösung einwirken (die Einwirkung des Alkalis ist nach dieser Zeit abgeschlossen), und nimmt dann die *Cu*-Titrationskurven auf, so bekommt man das in Fig. 4 wiedergegebene Bild. Man sieht, dass unterhalb von  $p_H$  11 nur eine Art von Gruppen mit dem Kupfer reagiert. Oberhalb von diesem  $p_H$  erscheinen zwei verschiedene Arten von Gruppen, die eine um 20 bis 30 mV differierende Affinität zum Kupfer haben. Bei höherem Alkaligehalt wird die Affinität beider Gruppen erhöht und die Menge der Gruppen mit der höheren Affinität im System vermehrt.

Misst man die Kinetik dieser Reaktion, so findet man Erscheinungen, die mit den im vorigen Abschnitt beschriebenen im Zusammenhang zu stehen scheinen. Es sei zum richtigen Verständnis des Folgenden noch einmal bemerkt, dass wir nicht die Kinetik der Reaktion des Eiweisses mit den Kupferionen messen<sup>3)</sup>, sondern

<sup>1)</sup> Über die chemische Natur dieses Komplexsalzes vgl. E. FISCHER, Ber. Dtsch. chem. Ges. **35**, 1105. 1902. SCHIFF, Lieb. Ann. **310**, 37. 1900. LEY, Z. Elektrochem. **10**, 954. 1904. Ber. Dtsch. chem. Ges. **47**, 2950. 1915. <sup>2)</sup> ETTISCH, SACHSSE und BECK, Bioch. Z. **230**, 68. 1931. G. ETTISCH und G. V. SCHULZ, II. <sup>3)</sup> Das Gleichgewicht zwischen dem Eiweiss und dem Kupfer stellt sich wahrscheinlich in wenigen Sekunden ein, jedenfalls viel schneller, als die Einstellung des Potentials der Kette. — Über Momentanreaktionen an Eiweisskörpern vgl. auch SCHULZ und ETTISCH, loc. cit.



die Kinetik der Reaktion des Proteins mit dem Alkali. Die  $Cu$ -Ionen dienen nur als Indicator für die Veränderungen, die das Alkali am Protein hervorruft.

Wir untersuchten zunächst, in welcher Weise das höhere Potential aus dem niederen entsteht, indem wir eine grössere Menge Casein-

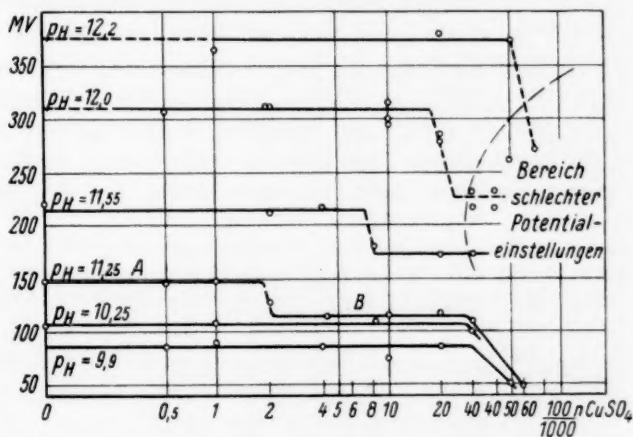


Fig. 4.  $Cu$ -Titrationskurven bei verschiedenem  $pH$ .

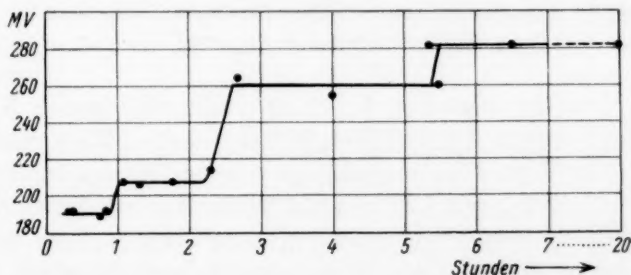


Fig. 5. Zeitlicher Verlauf der  $Cu$ -Affinität einer mit Alkali versetzten Caseinlösung. (Die zeitliche Überschneidung nach  $5\frac{1}{2}$  Stunden kommt daher, dass die Kurve aus mehreren Versuchsreihen zusammengesetzt ist.)

lösung mit Alkali versetzten, dann von Zeit zu Zeit eine Probe aus dem Reaktionsgefäß entnehmen, mit einer geringen  $Cu$ -Ionenmenge versetzten und das Potential massen. Das Ergebnis einer solchen Messung zeigt Fig. 5. Man sieht, dass die Erhöhung des Potentials durch einzelne Sprünge zustande kommt. Zwischen den Sprüngen

vergehen oft mehrere Stunden (bei niederen Alkalikonzentrationen bis zu 5 Stunden), ohne dass sich das Potential ändert. Dass das Potential nicht kontinuierlich fortschreitet, kann nicht ganz so überraschen, wie es zunächst scheinen mag. Das gemessene Potential ist, wie gesagt, ein Mass für die Affinität des Proteins zum Kupfer. Eine solche kann aber durch chemische Änderungen des Proteins immer nur um einen bestimmten Betrag, nicht aber kontinuierlich verändert werden.

Sehr überraschend waren die Ergebnisse, die wir erhielten, als wir die Konzentrationsverhältnisse während des Vorgangs untersuchten. Wir setzten wieder die Reaktion in einer grösseren Menge an und entnahmen dieser von Zeit zu Zeit Proben, in denen wir jetzt die ganzen  $Cu$ -Titrationskurven aufnahmen. Das Ergebnis eines

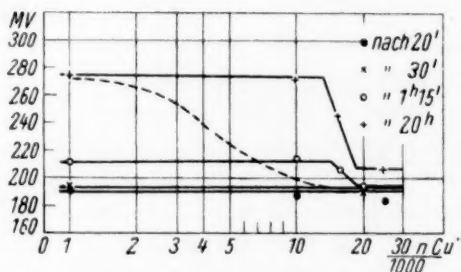


Fig. 6.  $Cu$ -Titrationskurven von 2,5%igem Casein nach verschiedener Dauer der Alkalieinwirkung (bei  $p_H = 11.85$ ).

solchen Versuchs zeigt Fig. 6. In ihr stellt die unterste Kurve die Titrationskurve des Systems nach 20 Minuten dar. Kurz nach Beginn der Reaktion liegt, wie man sieht, noch keine Differenzierung in zwei Stufen vor. Eine gewisse Zeit darauf ist die Kurve gehoben und zeigt die charakteristische Differenzierung in zwei Stufen. Die beiden Potentiale heben sich dann im Verlauf der nächsten Stunden weiter bis zu einem Endzustand, wobei sich aber merkwürdigerweise das Konzentrationsverhältnis nicht mehr verändert. Die ganzen Titrationskurven der Fig. 6 führen die Sprünge der Fig. 5 aus, denn man bekommt häufig bei zwei aufeinander folgenden Messungen ganz gleiche Kurven.

Uns scheint es, dass man diese Kurven so deuten muss, dass die Reaktion an allen Molekülen gegenüber der angewandten Messmethode parallel fortschreitet, so dass auch die Sprünge des Potentials bei allen Molekülen ungefähr zur gleichen Zeit eintreten. Andernfalls müssten

nämlich die Titrationskurven zu einer Zeit, bevor das endgültige Gleichgewicht der Einwirkung von Alkali auf Casein erreicht ist, einen nach grösseren Konzentrationen hin abfallenden Verlauf haben. Bei kleineren *Cu*-Konzentrationen sollten nämlich diejenigen Gruppen reagieren, die schon ein höheres Potential erreicht haben, bei grösseren Konzentrationen die, die sich noch auf einem niedrigeren Potential befinden (etwa wie die gestrichelte Kurve in Fig. 6 angibt). Eine derartige Kurve haben wir aber bei den Messungen nie gefunden.

Die „Gleichzeitigkeit“ der Sprünge bei allen Molekülen braucht keine absolute zu sein. Zeiträume, die kleiner als 15 bis 20 Minuten sind, entziehen sich der Messung, denn solange dauert ungefähr die Einstellung an der Elektrode. Da die kleinste Kupferkonzentration, bei der wir massen, 0.001 norm. war, entging uns ausserdem der erste Anfang der Reaktion (d. h. wenn weniger als 0.001 norm. Gruppen umgesetzt waren, reichte die *Cu*-Ionenmenge noch aus, um sie abzusättigen, so dass sie an der Elektrode nicht wirksam waren). Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, dass etwa 90% der Gruppen die Sprünge innerhalb höchstens 20 bis 30 Minuten machten.

Diesen kurzen „Sprungzeiten“ stehen ziemlich lange Perioden gegenüber, in denen sich die Kupfertitrationskurven nicht verändern. Es wäre aber falsch anzunehmen, dass während dieser Perioden nichts am Protein geschieht. Vielmehr zeigen andere Erscheinungen, die mit der Einwirkung des Alkalis zusammenhängen, dass während dieser Zeiten vieles am Protein vor sich geht. Demnach kann nur ein Teil dieser Vorgänge von Einfluss auf das Potential der kupferbindenden Gruppen sein.

#### IV.

Der von uns aus den Messungen gefolgerte Reaktionsverlauf scheint im Widerspruch mit den bekannten Gesetzen der Reaktionskinetik zu stehen. Wir wollen im folgenden aber doch den Versuch machen, den beschriebenen Reaktionstypus aus den besonderen Bedingungen, die in den Eiweisslösungen vorliegen, mit Hilfe der bekannten reaktionskinetischen Vorstellungen zu erklären. Wir sind uns bewusst, dass es sich hierbei nur um eine vorläufige Arbeitshypothese handeln kann.

Es muss eine Art „Regulationsmechanismus“ vorliegen, der dafür sorgt, dass die Reaktion an allen Molekülen parallel fortschreitet. Von vornherein lassen sich zwei Typen für einen solchen denken. Einmal kann das regulierende Prinzip in jedem einzelnen Molekül liegen, andererseits könnte von der ganzen Lösung her der Reaktionsverlauf in den einzelnen Molekülen bestimmt werden.

Es lassen sich nun Systeme denken, in denen tatsächlich eine Regulierung nach der ersten Art stattfindet. Wenn nämlich jedes einzelne Molekül so gross ist, dass in ihm eine ausserordentlich grosse Menge von einzelnen Elementarreaktionen den gesamten Reaktionsverlauf zusammensetzt (bzw. der jeweilige Zustand des Moleküls durch eine sehr grosse Zahl einzelner Elementarumsetzungen bestimmt wäre), könnten sich die statistischen Unregelmässigkeiten der Elementarreaktionen bis zu einem gewissen Grad bereits in einem einzelnen Molekül gegenseitig aufheben. Die Moleküle lassen sich dann wie einzelne geschlossene Reaktionsgefässe auffassen. Setzt man in einer Serie von Gefässen zur gleichen Zeit die gleiche Reaktion an, so muss nach Verlauf einer bestimmten Zeit in allen Gefässen die Reaktion gleich weit fortgeschritten sein.

Die Gleichzeitigkeit der Sprünge käme dann folgendermassen zustande. Wir erinnern uns, dass die gemessenen Erscheinungen den Charakter von Indicatoren für den eigentlichen Vorgang der Alkalieinwirkung hatten. Bei der Kupferreaktion war es deutlich, dass nicht alle Vorgänge am Molekül das Potential beeinflussten. Man könnte sich nun denken, dass das Potential immer erst dann springt, wenn bereits eine grosse Menge von Einzelreaktionen an jedem Molekül stattgefunden hat. Ebenso könnten die Sprünge der Viscosität<sup>1)</sup> zustande kommen. Kehren wir zum Beispiel der Reaktionsgefässe zurück: Wird bei der Reaktion z. B. Säure verbraucht, und befindet sich in den Gefässen ein *H*-Ionenindicator, so wird in allen Gefässen zur gleichen Zeit die Farbe umschlagen. Befindet sich eine Serie von Indicatoren im System, so könnte dasselbe mehrmals hintereinander geschehen. Da ferner die Viscosität und das Potential gegen Kupfer Indicatoren verschiedener Art sind, ist es verständlich, dass — wie aus den Figuren hervorgeht — die mit den beiden Methoden erhaltenen Sprungzeiten nicht zusammenfallen.

Die eben entwickelte Vorstellung wird vielleicht dadurch noch etwas einleuchtender, dass, wie ABDERHALDEN und NEUMANN<sup>2)</sup> zeigten, Abbaureaktionen an Polypeptiden in sehr regelmässiger Weise vor sich gehen. Es wird bei der Einwirkung von Alkali (und ebenso auch von Fermenten) immer die jeweils endständige Aminosäure der Peptidkette zuerst abgebaut. Daraufhin wäre es wahrscheinlich, dass

<sup>1)</sup> Über den Zusammenhang zwischen der Viscosität und den Spaltungsvorgängen vgl. besonders loc. cit. I.    <sup>2)</sup> E. ABDERHALDEN und ANNELIESE NEUMANN, *Fermentforschung* **13**, 459. 1933.

auch für die Elementarreaktionen im Eiweissmolekül eine bestimmte Reihenfolge festgelegt ist.

Die eigentliche Schwierigkeit der eben entwickelten Hypothese liegt wohl darin, dass es nicht sicher ist, ob die Zahl der Elementarreaktionen in einem einzelnen Eiweissmolekül bereits gross genug ist, um den oben beschriebenen statistischen Effekt hervorbringen zu können.

Die andere oben erwähnte Möglichkeit der Regulation des Reaktionsfortgangs in den Molekülen von aussen her ist aber fast noch schwerer vorzustellen. Die Untersuchungen von ABDERHALDEN und MÖLLER<sup>1)</sup> über den Verlauf von Abbaureaktionen an Eiweisskörpern und Polypeptiden zeigen allerdings Erscheinungen, die vielleicht auf Regulationsvorgänge in der ganzen Lösung hindeuten. Es sieht so aus, als ob Perioden starker Spaltungstätigkeit mit solchen abwechseln, in denen die Reaktion fast stillsteht, obgleich die Bedingungen während der ganzen Zeit der Reaktion genau dieselben sind. Die Alkalikonzentration, mit der diese Autoren arbeiteten, war etwa 1 norm., also wesentlich höher als bei uns. Deshalb kann vorläufig wohl noch nicht gesagt werden, ob ein Zusammenhang zwischen diesen und unseren Befunden besteht.

<sup>1)</sup> E. ABDERHALDEN und P. MÖLLER, Z. physiol. Ch. **169**, 196. 1927.

## Eine elektrochemische Untersuchung von Messing.

Von

Arne Ölander.

(Mit 2 Figuren im Text.)

(Eingegangen am 11. 3. 33.)

Das Elektrodenpotential von Messing wurde bei höheren Temperaturen gemessen. Hieraus wurde das Zustandsdiagramm hergeleitet und Schlüsse über den geordneten Aufbau einiger Phasen gezogen.

Nachdem das Elektrodenpotential von Silber—Cadmium-Legierungen gemessen war<sup>1)</sup>, wurde dieselbe Apparatur für die Messung von Kupfer—Zink-Legierungen verwendet. Man hoffte, dadurch etwas zur Klärung der Frage der  $\beta$ -Messingumwandlung beitragen zu können.

Die Elektroden wurden in Stabform verwendet, die wie früher in 1 mm Quarzröhren gegossen waren.

Die  $\gamma$ -Legierungen dieses Systems sind so äusserst spröde, dass es nicht möglich war, brauchbare Metallstäbchen durch Zerschlagen des Quarzes mit dem Hammer zu erhalten; denn die Legierung wurde dabei auch zerschlagen. Dagegen erwies sich ein altes Mikrometer als ein sehr geeignetes Werkzeug zum vorsichtigen Zerdrücken des Quarzes und Freilegen der Legierung. In dieser Weise wurden mehr als dm-lange Drähte dieser spröden Legierung erhalten.

Die Elektrolyt bestand aus einer kleinen Menge Zinkchlorid anstatt Cadmiumchlorid in der vorigen Untersuchung, und die Standard-elektrode bestand aus Zink. Beim Abkühlen wurde das Zink immer bis etwa 410° unterkühlt, weshalb die Messungen gegen flüssiges Zink bis zu dieser Temperatur ausgedehnt werden konnten. Bei weiterer Abkühlung erstarrte das Zink und die Messungen wurden in einigen Fällen bis 333° fortgesetzt. Nur im Versuch Nr. 2 wurde kein flüssiges Zink verwendet, sondern ein Zinkstab, der in derselben Weise angebracht wurde wie die Legierungsstäbchen<sup>2)</sup>.

Die eingetauchten Spitzen der gemessenen Elektroden wurden in der folgenden Weise analysiert: 100 bis 200 mg der Legierung wurden in einigen Tropfen konzentrierte Salpetersäure gelöst und mit 10 cm<sup>3</sup> Wasser verdünnt. Die nitrosen Gase wurden aus dem Kolben weg-

<sup>1)</sup> ÖLANDER, Z. physikal. Ch. (A) **163**, 107. 1933.    <sup>2)</sup> Siehe loc. cit., Fig. 1.



geblasen und die letzten Spuren davon aus der Lösung mit etwa 1 g Harnstoff beseitigt. Wenn kein Geruch mehr wahrgenommen werden konnte, wurde 1 cm<sup>3</sup> 1 norm. Jodkaliumlösung und 10 cm<sup>3</sup> 10 % ige Rhodankaliumlösung hineinpipettiert. Die braune Flüssigkeit wurde mit 1/20 norm. Thiosulfatlösung titriert. Kurz vor Ende der Titration wurde Stärkelösung hinzugesetzt. Der Endpunkt war erreicht, wenn die dunkle Jodstärkefarbe in die grauviolette Farbe der Cuprorhodanid-suspension übergegangen war. Die Titration ist auf 1 bis 2<sup>0</sup>/100 genau, aber wenn man die Lösung verdünnte, wurde etwas mehr Thiosulfat verbraucht. So stieg der Verbrauch um 7<sup>0</sup>/100, wenn die Lösung mit 50 cm<sup>3</sup> Wasser anstatt 10 cm<sup>3</sup> verdünnt wurde. Die Ursache dieser Erscheinung wurde nicht verfolgt (Die Thiosulfatlösung wurde gegen Elektrolytkupfer eingestellt).

Die Zusammensetzung ist als Atompromille Zink angegeben.

Meistens wurde noch eine Probe analysiert, um die Zusammensetzung vor dem Versuch zu bestimmen; die zwei Proben waren meistens auf 1 bis 2<sup>0</sup>/100 genau übereinstimmend.

Die Korrekturen für Thermopotentiale betrugen nur ausnahmsweise mehr als 0.1 mV. Die korrigierten Potentiale und Temperaturkoeffizienten finden sich in den folgenden Tabellen.

Potential des Elements  $Zn_{\text{flüssig}} | (Li, Rb, Zn)Cl | (Zn, Cu)_{\text{fest}}$ .

Ver-such	Atom-pro-mille Zn	E mV	dE:d t μV Grad	Gemessen zwischen	Ver-such	Atom-pro-mille Zn	E mV	dE:d t μV Grad	Gemessen zwischen
ε-Phase.					γ + δ-Phasen.				
		<i>E</i> <sub>400</sub>					<i>E</i> <sub>600</sub>		
1	843	5.8	- 50	412 bis 478	4	728	9.9	- 11	583 bis 626
1	833	8.1	55	412 „ 478	4	722	9.9	10	583 „ 626
1	812	11.0	55	412 „ 478	4	715	9.9	8	583 „ 626
1	790	14.7	56	412 „ 444	4	704	9.9	9	583 „ 626
					Mittel: 9.9   - 10				
					Stabil <i>t</i> > 562°.				
δ + ε-Phasen.					γ + ε-Phasen.				
		<i>E</i> <sub>600</sub>					<i>E</i> <sub>500</sub>		
3	758	6.1	- 111	564 bis 589	3	758	13.4	- 48	410 bis 536
3	748	6.1	108	564 „ 589	3	748	13.3	49	410 „ 536
Mittel: 6.1   - 110					3	730	13.3	48	410 „ 536
Stabil <i>t</i> > 562°.					3	728	13.3	48	410 „ 536
					Mittel: 13.3   - 48				
					Stabil <i>t</i> < 562°.				

## Potential des Elements (Fortsetzung).

Ver- such	Atom- pro- mille Zn	E mV	dE:dt $\mu$ V Grad	Gemessen zwischen	Ver- such	Atom- pro- mille Zn	E mV	dE:dt $\mu$ V Grad	Gemessen zwischen
$\gamma$ -Phase.					$\beta'$ -Phase.				
		$E_{500}$					$E_{500}$		
10	689	13'9	- 43	436 bis 530	8	480	68'9	- 129	414 bis 450
12	666	17'9	35	471 " 514	6	472	72'6	119	412 " 447
10	665	18'4	44	442 " 516	8	464	74'1	133	414 " 450
12	659	21'2	34	426 " 514	7	453	77'9	128	411 " 456
12	650	27'0	46	426 " 514	7	448	79'2	123	411 " 456
					7	444	81'6	110	411 " 456
9	640	33'2	53	425 " 527	$\alpha + \beta$ -Phasen.				
9	630	40'4	65	425 " 527					
9	619	48'3	78	425 " 533					
9	618	47'7	71	425 " 533					
11	616	49'3	78	422 " 531	13	431	84'9	+ 5	511 bis 543
					13	427	85'0	5	512 " 543
11	611	52'8	83	422 " 531	13	425	85'0	7	511 " 543
11	606	56'1	84	422 " 531	13	421	85'1	3	512 " 543
11	596	62'3	84	422 " 531	Mittel: 85'0 + 5				
5	595	63'9	90	414 " 511	Stabil $t > 453^\circ$ .				
5	583	68'5	92	438 " 568					
$\beta + \gamma$ -Phasen.					Potential des Elements				
5	520	69'9	- 72	471 bis 584	$Zn_{fest}   (Li, Rb, Zn) Cl   (Zn, Cu)_{fest}$				
6	500	70'0	79	465 " 612	$\epsilon + \gamma$ -Phasen.				
6	497	70'1	78	465 " 612					
5	491	69'7	70	495 " 584					
6	490	70'0	78	465 " 529	2	947	0'7	+ 3	334 bis 412
Mittel: 70'0 - 76					2	908	0'7	3	334 " 412
Stabil $t > 460^\circ$ .					2	870	0'7	4	334 " 412
					Mittel: 0'7 + 3				
$\beta' + \gamma$ -Phasen.					$\epsilon$ -Phase.				
5	520	70'2	- 65	399 bis 471	2	851	2'9	+ 8	334 bis 412
6	500	70'4	65	396 " 465	1	843	4'7	7	333 " 414
6	497	70'9	64	420 " 465	1	833	6'8	5	333 " 414
6	490	70'6	62	396 " 465	1	812	9'8	5	333 " 414
Mittel: 70'5 - 64					1	790	13'7	4	333 " 414
Stabil $t < 460^\circ$ .					$\gamma + \epsilon$ -Phasen.				
$\beta$ -Phase.									
8	480	72'6	- 54	468 bis 535	3	758	16'6	+ 7	356 bis 398
6	472	75'6	58	465 " 534	3	748	16'6	7	356 " 398
8	464	77'3	55	468 " 535	3	730	16'7	9	356 " 398
7	453	81'4	50	456 " 547	3	728	16'7	11	356 " 398
7	448	82'4	51	456 " 547	Mittel: 16'7 + 9				
7	444	84'5	43	456 " 547					

Einige Versuche mit  $\alpha$ -Legierungen ergaben keine reproduzierbaren Werte. Es scheint, dass die Diffusion in den Legierungen von diesem Typus bedeutend schlechter ist, als bei den anderen Kristallarten, auch bei gleichem Abstand vom Schmelzpunkt.

In der folgenden Tabelle sind die Differenzen der Temperaturkoeffizienten bei fester und flüssiger Zinkelektrode zusammengestellt.

Differenz der Temperaturkoeffizienten bei fester und flüssiger Standardelektrode.

Legierungs- elektrode	Standardelektrode		Differenz
	fest	flüssig	
$\epsilon$ 843	+ 7	— 50	57
833	5	55	60
812	5	55	60
790	4	56	60
$\gamma + \epsilon$ 758	7	48	55
748	7	49	56
730	9	48	57
728	11	48	59

Mittelwert: 58  $\mu\text{V}/\text{Grad}$

Der Mittelwert 58  $\mu\text{V}/\text{Grad}$  ergibt, mit 46126 cal/ int. Volt multipliziert, die Schmelzentropie 2'68 Entropieeinheiten pro Grammatom. Hieraus findet man die Schmelzwärme 1860 cal/Atom oder 28'4 cal/g. Die Unsicherheit dieses Wertes rührt von der mangelnden Kenntnis der spezifischen Wärmen her, deren Einfluss bei dieser Berechnung völlig vernachlässigt ist.

Aus dem Verlauf der Potentiale ist das Zustandsdiagramm Fig. 1 hergeleitet. Es ist mit demjenigen von BAUER und HANSEN<sup>1)</sup> fast identisch. Die linke Grenze der  $\gamma$ -Phase neigt aber nach links, wie bei JITSUKA<sup>2)</sup>. Die Grenze der  $\alpha$ -Phase ist nicht gemessen, sondern der alte Verlauf angenommen. Die rechte Grenze der  $\beta$ -Phase soll weiter unten behandelt werden. Die Umwandlung von  $\beta + \gamma$  fand ich bei 460°, den Zerfall der  $\delta$ -Phase bei 562°. Die  $\delta$ -Phase selbst wurde nicht gemessen, aber aus den tabellierten Daten kann erschlossen werden, dass die  $\delta$ -Phase von 735 $\frac{0}{100}$  Zink in  $\gamma$  von 690 und  $\epsilon$  von 762 zerfällt, und zwar mit einer Wärmetönung von 195 cal/Atom. Wie diese Berechnung ausgeführt wird, wurde schon früher auseinander-gesetzt<sup>3)</sup>. Die Umwandlungswärme  $\beta - \beta'$  wird zu etwa 87 cal/Atom

<sup>1)</sup> BAUER und HANSEN, Mitt. Materialprüf., Nr. 4. 1927.    <sup>2)</sup> JITSUKA, Mem. Coll. Sci. Kyoto (A) 8, 179. 1925.    <sup>3)</sup> ARNE ÖLANDER, Z. physikal. Ch. (A) 163, 120. 1933.

gefunden, wo sich umwandelndes  $\beta-\beta'$  von  $485^{\circ}/_{00}$  Zink im Gleichgewicht mit  $582^{\circ}/_{00}$ igem  $\gamma$  befindet. Die  $\eta$ -Phase wurde nicht gemessen, weil die langsame Änderung des Potentials mit der Zusammensetzung keine besonders genaue Bestimmung der Löslichkeitsgrenze

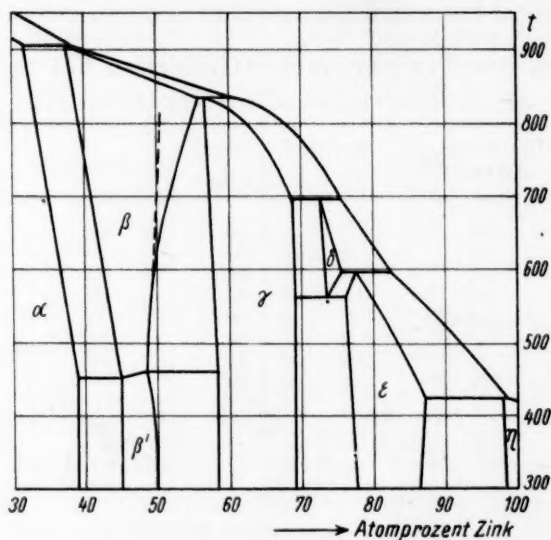


Fig. 1. Zustandsdiagramm von Messing.

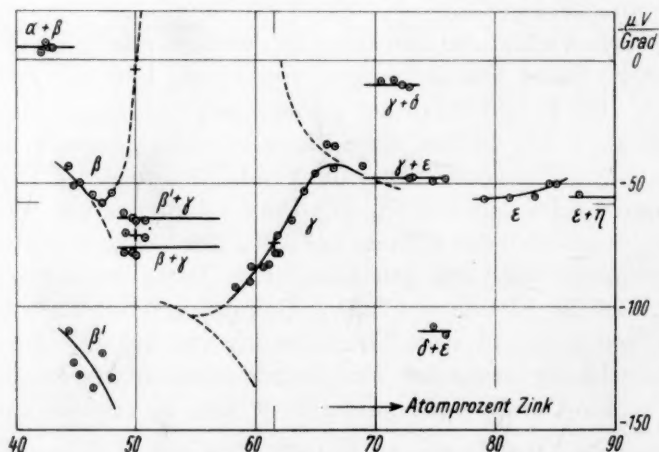


Fig. 2. Temperaturkoeffizient des Elements  $Zn_{\text{flüssig}} | (Li, Rb, Zn)Cl | (Zn, Cu)_{\text{fest}}$  in Mikrovolt pro Grad.

zulässt. Das Potential 0.7 mV des  $\varepsilon + \eta$ -Gebiets entspricht einer Zinkaktivität von 0.978. Die Grenze der  $\eta$ -Phase ist in BAUER und HANSENS Diagramm etwa 0.980. Somit ist der Aktivitätskoeffizient von Zink bei dieser Zusammensetzung 0.998, oder innerhalb der Versuchsfehler gleich der Einheit.

In der  $\varepsilon$ -Phase sind die Atome ohne Zweifel ungeordnet, während die  $\gamma$ -Phase bei der Zusammensetzung  $Cu_3Zn_8$  geordnet ist. Die gestrichelten Kurven der Fig. 2 geben an, wie der Temperaturkoeffizient verlaufen würde, wenn keine Atome dieser Phase fehlplaziert wären<sup>1)</sup>. Die fehlplazierten Atome bewirken den Verlauf der experimentellen Kurve, die sich an den beiden gestrichelten anschliesst, und zwar geschieht der Anschluss rechts bei etwa 68% und links bei etwa 54% Zink. Die gestrichelten Kurven sind nach den loc. cit. gegebenen Formeln berechnet, wobei deren Nullpunkt bei  $-74 \mu\text{V}/\text{Grad}$  gelegt ist. (Genau genommen ist dieser Wert nicht ganz konstant, er dürfte rechts etwas höher liegen. Dies bewirkt eine kleine Verzerrung der Kurven; wir wollen dies vorläufig vernachlässigen.) Aus der Kurve lässt sich die „Unordnungsentropie“ berechnen, d. h. die Entropie, die von den fehlplazierten Atomen herrührt, und zwar in folgender Weise:

Aus der Annahme, dass bei 68% Zink  $8/13$  der Gitterplätze mit Zink besetzt sind und eine regellose Mischung von Kupfer- und Zinkatomen die übrigen Plätze ausfüllen, ergibt sich der Mischungsterm der Entropie dieser Legierung zu 0.346 Entropieeinheiten pro Atom oder  $7.50 \mu\text{V}/\text{Grad} \cdot 46.126 \text{ cal}/\text{Volt}$ . Hieraus erhält man die Unordnungsentropie durch Integration in dieser Weise<sup>2)</sup>: Bei 67% ist der Temperaturkoeffizient  $-42 \mu\text{V}/\text{Grad}$ , somit der Mischungsterm bei 66%:  $7.50 - (74 - 42 - 7.5) \frac{2}{32} = 5.97 \mu\text{V}/\text{Grad}$ . Bei 65% ist der Koeffizient  $-46 \mu\text{V}/\text{Grad}$ , somit die Entropie bei 64%  $5.97 - (74 - 46 - 6.0) \frac{2}{34} = 4.68 \mu\text{V}/\text{Grad}$ . In dieser Weise erhält man für 61.54% Zink ( $= 8/13$ ) den Wert  $4.2 \mu\text{V}/\text{Grad}$ . Von der linken Seite aus erhält man etwa  $5.0 \mu\text{V}/\text{Grad}$ . Den Mittelwert  $4.6$  multiplizieren wir mit  $46.126 \text{ cal}/\text{Volt}$  und erhalten so die Unordnungsentropie 0.21 Entropieeinheiten, die also ein Mass für die Zahl der fehlplazierten Atome darstellt. Die Unordnung des  $\gamma$ -Messing ist somit etwa gleich gross wie die der  $\gamma\text{-Cd}_3\text{Ag}_5$ .

<sup>1)</sup> Siehe ÖLANDER, loc. cit. S. 116. In der ersten Formel S. 116 lies:

$$\frac{p}{p+q} \text{ statt } \frac{q}{p+q}$$

<sup>2)</sup> Vgl. loc. cit.

Wir wollen nun die  $\beta$ -Phasen untersuchen. Röntgenographische Untersuchungen haben bekanntlich ergeben, dass beide ein raumzentriert kubisches Gitter haben, aber der Unterschied der zwei Phasen ist nicht klargelegt, weil die beiden Atomarten Kupfer und Zink bei nahe dasselbe Streuungsvermögen für die Röntgenstrahlen besitzen. Oft wird angenommen<sup>1)</sup>, dass die Hochtemperaturphase  $\beta$  eine ungeordnete Verteilung der Atome besitzt, während die Niedertemperaturphase  $\beta'$  Caesiumchloridstruktur besitzt. Man findet eine gewisse Stütze für diese Annahme in der Analogie mit den Legierungen  $\text{CuAu}$ ,  $\text{Cu}_3\text{Au}$ <sup>2)</sup> sowie  $\text{AgZn}$ <sup>3)</sup>.

Auch wurde die Vermutung ausgesprochen, dass es sich durchaus nicht um eine Atomumlagerung handelt<sup>4)</sup>, sondern nur um einen Elektroneneffekt<sup>5)</sup>, in thermischer Hinsicht der magnetischen Umwandlung des Eisens analog. Auch kann man nicht von der Möglichkeit absehen, dass beide Phasen geordnet sind, aber verschiedene Verteilungen der Atome im kubischen Gitter besitzen.

Wenn die  $\beta$ -Phasen auf beiden Seiten der Zusammensetzung  $\text{CuZn}$  existierten, würden vorliegende Messungen die Fragen nach Ordnung oder Unordnung sicher entscheiden; weil diese Phasen bei den für die Messung zugänglichen Temperaturen (bei höherer Temperatur verflüchtigt sich das Zink von der Oberfläche) nur auf der kupferreicheren Seite existieren, werden die Verhältnisse nicht so völlig geklärt, als zu wünschen wäre.

Die Untersuchung von  $\text{AuCd}$ <sup>6)</sup> zeigt, wie die Verhältnisse liegen, wenn die Phase geordnet ist. Links hat der Temperaturkoeffizient Werte um  $-60 \mu\text{V}/\text{Grad}$ , und steigt rechts bis etwa  $+60$  (feste Standardelektrode vorausgesetzt). Wenn im Messingsystem die  $\beta'$ -Phase auch geordnet wäre und einen Unordnungsgrad derselben Grössenordnung besäße (was man früher Dissoziationsgrad der Verbindung  $\text{CuZn}$  nannte), würden wir wegen deren kleinen Existenzgebiets erwarten, dass in diesem nur die kleineren Koeffizienten zu beobachten sind, was auch tatsächlich zutrifft. In der Fig. 2 ist die theoretische Kurve eingezeichnet; ihr Nullpunkt ist bei  $-71 \mu\text{V}/\text{Grad}$  (flüssige Standardelektrode, für feste  $-13$ ) gelegt. Die  $\beta'$ -Phase ist nur in einem

<sup>1)</sup> TAMMANN und HEUSLER, Z. anorg. Ch. 158, 349. 1926. <sup>2)</sup> JOHANSSON und LINDE, Ann. Physik (4) 78, 439. 1925. <sup>3)</sup> STRAUMANIS und WEERTS, Metallwirtschaft 10, 919. 1931. <sup>4)</sup> MATSUDA, Sci. Rep. Tōhoku Teikoku Daigaku, Sendai 11, 223. 1922. <sup>5)</sup> GEISS und VAN LIEM, Metallk. 18, 216. 1926. <sup>6)</sup> ÖLANDER, J. Am. chem. Soc. 54, 3819, Fig. 3. 1932.



kleinen Temperaturintervall gemessen und die Werte haben ziemlich grosse zufällige Fehler, daher die grosse Streuung der Punkte. Man kann deshalb nicht entscheiden, ob die Kurve bei 50 % steigt; der Anfang dieser Krümmung würde es ermöglichen, den Unordnungsgrad zu schätzen. Jedenfalls spricht die Lage der Kurve für die Ordnung der Atome in dieser Phase.

Die  $\beta$ -Phase der  $AgCd$ -Legierung<sup>1)</sup> ist sicherlich ungeordnet, denn der Temperaturkoeffizient ändert sich nicht sprunghaft bei 50 %. Er hat Werte um etwa  $+50 \mu V/Grad$  (feste Cadmumelektrode). Das  $\beta$ -Messing hingegen hat Werte von 0 bis  $+14 \mu V/Grad$ . Es ist nun bedauerlich, dass diese Phase sich nicht bei zinkreicheren Zusammensetzungen messen lässt, weil bei den zu deren stabile Existenz nötigen Temperaturen das Zink von der Oberfläche entweicht. Ist sie ungeordnet, ist zu erwarten, dass bei zinkreicheren Zusammensetzungen der Temperaturkoeffizient noch etwas kleiner wird. Ist sie dagegen geordnet, liegen die Punkte  $Zn = 444$  bis 462 auf dem fallenden Ast und man hat noch den Beginn des aufsteigenden Astes gemessen. Der Nullpunkt der theoretischen Kurve liegt dann bei  $-4$  (flüssig) oder  $+54$  (feste Standardelektrode)  $\mu V/Grad$ . Die Versuchsfehler sind bedeutend kleiner als bei der  $\beta'$ -Phase, weil die Messungen über einen grösseren Temperaturbereich ausgedehnt werden könnten.

Die rechte Grenze des  $\beta$ -Gebiets bei  $460^\circ$  liegt bei etwa  $485_{00}^\circ$  Zink. In dieser Phase ändert sich das Potential  $3.2 \text{ mV}$  pro Prozent. Der Temperaturkoeffizient des  $\beta + \gamma$ -Gebiets ist  $-76 \mu V/Grad$  und der des rechten Endes des  $\beta$ -Gebiets  $-54$ . Es hat sich bisher gezeigt, dass diese Koeffizienten über grosse Temperaturintervalle sehr konstant sind. Die Neigung der rechten Grenze des  $\beta$ -Gebiets berechnet sich gemäss der Formel  $\frac{dt}{dn} = -\Delta \frac{dE}{dn} : \Delta \frac{dE}{dt}$  zu  $145^\circ$  pro Prozent, und ist in Fig. 1 in dieser Weise gezogen.

Ist nun die  $\beta$ -Phase ungeordnet, sinkt der Temperaturkoeffizient ihres rechten Endes bei höherer Temperatur, wenn dieses Ende nach rechts wandert, und deshalb wird die Phasengrenze hier noch etwas steiler verlaufen.

Hat diese Phase statt dessen geordnete Struktur, steigt der Temperaturkoeffizient bei der Phasengrenze schnell, wenn diese der Zusammensetzung 50 % heranrückt, und zwar bis zu Werten von etwa  $+40$  oder  $50 \mu V/Grad$  bei 53 % Zink. Dies bewirkt, dass die Neigung

<sup>1)</sup> ÖLANDER, Z. physikal. Ch. (A) **163**, 107. 1933.

der Phasengrenze obiger Formel gemäss sinkt, wenn sie der 50 % igen Zusammensetzung durchgeht, und zwar bis etwa  $27^\circ$  pro Prozent.

In diesem Falle sollte also die Phasengrenze sich krümmen und bei höherer Temperatur nicht so steil verlaufen als bei niedrigerer. In der Tat zeigen die meisten Untersuchungen auf diesem Gebiet eine mehr oder weniger gekrümmte Linie, und zwar geht die Krümmung eben in der geforderten Richtung<sup>1)</sup>. Nur eine röntgenographische Untersuchung von OWEN und PICKUP<sup>2)</sup> ergibt eine Phasengrenze, die noch etwas links von der in Fig. 1 gestrichelten Linie fällt. Inzwischen hat A. JOHANSSON<sup>3)</sup> röntgenographisch eine Phasengrenze gefunden, die weit besser mit der gewöhnlichen und hier ausgezogenen Kurve übereinstimmt.

Vorliegende Potentialmessungen scheinen also, mit den früheren Messungen dieser Phasengrenze verglichen, auf die geordnete Struktur zu deuten. Weil die direkte röntgenographische Bestätigung ausgeschlossen ist, wollen wir nach weiteren Indizien suchen.

Der Temperaturkoeffizient des Zweiphasengebiets  $\beta + \text{Schmelze}$  hat offenbar einen grossen positiven Wert, weil die Soliduskurve des  $\beta$  so flach verläuft, und zwar von der Grössenordnung  $+800 \mu\text{V}/\text{Grad}$ . Die Formel ergibt, dass die Soliduskurve rechts von 50 % etwas steiler verlaufen soll als links. BAUER und HANSEN (loc. cit.), die die Ergebnisse einer grossen Zahl von Autoren zusammengearbeitet haben, ziehen in der Tat ihre Kurve in dieser Weise. Dies hat natürlich wegen der grossen Unsicherheit keinen Wert als positiver Beweis, aber es zeigt, dass die Annahme von geordnetem  $\beta$  nicht auf diesem Punkt scheitert.

Es gibt noch nur ein Zeichen für die Ordnung oder Unordnung der Atome, nämlich die elektrische Leitfähigkeit. MATSUDA<sup>4)</sup> hat diese Grösse gemessen von Zimmertemperatur bis  $600^\circ$ . Im Falle geordneter Struktur pflegt der elektrische Widerstand ein Minimum bei 50 % zu besitzen, im Falle der Unordnung nicht. Nun findet MATSUDA tatsächlich eine grössere Leitfähigkeit, je näher die Zusammensetzung der  $\beta$ -Phase an 50 % ist. Das Minimum (oder besser gesagt halbe Minimum) ist ziemlich flach, wird aber bei höherer Temperatur aus-

<sup>1)</sup> Siehe Zusammenstellung bei BAUER und HANSEN, loc. cit.    <sup>2)</sup> OWEN und PICKUP, Pr. Roy. Soc. (A) **137**, 397. 1932.    <sup>3)</sup> Ich verdanke Herrn Prof. Dr. ARNE WESTGREN die Mitteilung dieses noch nicht veröffentlichten Ergebnisses.

<sup>4)</sup> MATSUDA, Sci. Rep. Tōhoku Teikoku Daigaku, Sendai **11**, 223, Fig. 40. 1922.

gesprochenener. Auch diese Ergebnisse stehen besser im Einklang mit der Annahme geordneter  $\beta$ -Phase als mit ungeordneter.

Wir haben also überwiegende Zeichen dafür gefunden, dass die  $\beta$ -Phase wirklich geordnet ist. Es ist äusserst unwahrscheinlich, dass die Niedertemperaturphase  $\beta'$  ungeordnet wäre. Es ist ja nicht völlig ausgeschlossen, dass die beiden Phasen verschiedene, aber in beiden Fällen geordnete Verteilungen der Atome besitzen, aber es dürfte doch wahrscheinlicher sein (unter anderem mit Rücksicht auf die Tatsache, dass ein Einkristall von  $\beta'$  unbeschädigt bleibt, wenn er über  $470^\circ$  erhitzt wird), dass es sich durchaus nicht um eine Atomumlagerung handelt, sondern nur um eine äussere Elektronenumlagerung, die keine andere Einwirkung auf das Gitter als eine kleine Ausdehnung hat, gewissermassen der CURIE-Transformation des Eisens analog.

Nehmen wir also an, dass die  $\beta$ -Phase Caesiumchloridstruktur hat. Dann ist die Verlängerung der Temperaturkoeffizientenkurve anzunehmen, die in Fig. 2 gestrichelt ist. Hieraus lässt sich, wie früher angegeben, die Unordnungsentropie herausintegrieren, und zwar bekommt man den Wert 0'115 Entropieeinheiten für ein Atom, d. h.  $\frac{1}{2}\text{CuZn}$ . In diesem Falle ist es möglich, den Unordnungsgrad des Kristallgitters zu berechnen, ganz wie dies bei  $\text{AuCd}$  geschah, weil der Elementarkubus nur zwei Atome enthält und die Zahl der Kuben mit zwei fehlplazierten Atomen vernachlässigt werden kann.

Ist nämlich der Bruchteil der fehlplazierten Kupferatome, die in einer Legierung von genau 50 % vorkommen, gleich  $x$ , so ist die Zahl der fehlplazierten Zinkatome auch  $x$ . Dann enthält 1 gMol  $\text{CuZn}$   $x$  Elementarkuben von der Zusammensetzung  $\text{CuCu}$ , ebenso viele von der Zusammensetzung  $\text{ZnZn}$  und  $1-2x$  normale  $\text{CuZn}$ , weil die Kuben mit zwei Fehlplätzen  $\text{ZnCu}$  vernachlässigt werden können. Dann gilt für die Unordnungsentropie:

$$S = R \cdot [x \cdot \log x + x \cdot \log x + (1-2x) \log (1-2x)] = 2 \cdot 0'115,$$

und diese Gleichung hat die Wurzel  $x = 0'0104$ . Demgemäss ist also bei der genauen Zusammensetzung  $\text{CuZn}$  etwa 1'0 % der Metallatome fehlplaziert.

#### Zusammenfassung.

Das Potential des Elements  $\text{Zn} | (\text{Li}, \text{Rb}, \text{Zn})\text{Cl} | (\text{Zn}, \text{Cu})_{\text{fest}}$  und dessen Temperaturkoeffizient wurde für 46 Legierungselektroden bei Temperaturen zwischen  $333^\circ$  und  $626^\circ$  gemessen.

Das Zustandsdiagramm von BAUER und HANSEN wurde (bis auf die Neigung der  $\gamma$ -Phasengrenze) vollständig bestätigt.

Der Aktivitätskoeffizient des Zinks in der  $\eta$ -Phase wurde innerhalb der Versuchsgenauigkeit gleich der Einheit gefunden.

Die  $\gamma$ -Phase hat die geordnete Struktur  $Cu_5Zn_8$ .

Die  $\beta$ -Phase hat allem Anschein nach geordnete Struktur sowohl oberhalb wie unterhalb der  $\beta$ -Messingumwandlung. Es wurde geschätzt, dass eine solche Legierung von der genauen Zusammensetzung  $CuZn$  einen Unordnungsgrad von etwa 1'0% besitzt.

Die Umwandlungswärmen der  $\beta$ - und  $\delta$ -Phasen wurden berechnet.

Die Schmelzwärme des Zinks wurde zu 28'4 cal/g gefunden.

Kupfer wurde in salpetersaurer Lösung jodometrisch nach BRUHNS (in Gegenwart von Rhodanid) titriert, nachdem die Lösung mit Harnstoff versetzt war.

Kopenhagen, Physikalisch-chemisches Institut der Universität.

Stockholm, Institut für allgem. und anorgan. Chemie der Universität.

# Bemerkung zu der Arbeit: „Über die Neutralsalzwirkung bei den Ionenreaktionen“ von Á. v. KISS<sup>1)</sup>.

Von

**Adolf Parts.**

(Eingegangen am 9. I. 33.)

Die Angriffe von Á. v. KISS gegen den Verfasser in der Arbeit, auf die sich diese Bemerkung bezieht, werden als unberechtigt zurückgewiesen.

In der Arbeit von Á. v. KISS wird Stellung genommen zu einer Arbeit des Verfassers<sup>2)</sup>, in der unter anderem auch die Neutralsalzwirkung auf die Geschwindigkeit der Reaktion zwischen Persulfat- und Jodionen untersucht wurde. Da in der Arbeit von Á. v. KISS Behauptungen widerlegt werden, die ich nicht aufgestellt habe, und auch meine Arbeit nicht ganz richtig interpretiert wird, bin ich leider gezwungen, zur Berichtigung Folgendes zu sagen:

Die Arbeiten von v. KISS und BRUCKNER<sup>3)</sup> und v. KISS und BOSSÁNYI<sup>4)</sup> werden in meiner Arbeit folgenderweise erwähnt: „Die Reaktionsgeschwindigkeitskonstanten, die sich in den Arbeiten dieser Autoren finden, stimmen aber miteinander nicht überein, ganz abgesehen davon, dass die Absolutwerte der Konstanten in beiden Arbeiten verschieden sind.“ Ich habe also kein Gewicht darauf gelegt, dass die Absolutwerte der Konstanten bei ein und derselben Konzentration der zugefügten Neutralsalze in beiden Arbeiten verschieden sind. Was mir unverständlich erschien, war die Tatsache, dass die Verhältnisse der Geschwindigkeitskonstanten in beiden Arbeiten sich von Fall zu Fall unregelmässig änderten. Um das zu zeigen, habe ich die Tabelle I zusammengestellt. In der ersten Spalte ist dabei das zugefügte Neutralsalz verzeichnet, in der zweiten bzw. dritten findet man die prozentuale Abweichung der Verhältnisse der Geschwindigkeitskonstanten der ersten<sup>3)</sup> und zweiten<sup>4)</sup> Arbeit von v. KISS und Mitarbeiter bei 1 norm. und 2 norm. Salzzusatz. Dabei

<sup>1)</sup> Á. v. KISS, Z. physikal. Ch. (A) **160**, 290. 1932.    <sup>2)</sup> A. PARTS, Acta Comm. Univ. Tartuensis (A) **18**, II. 1929.    <sup>3)</sup> Á. v. KISS und V. BRUCKNER, Z. physikal. Ch. **128**, 71. 1927.    <sup>4)</sup> Á. v. KISS und I. BOSSÁNYI, Z. physikal. Ch. **134**, 26. 1928.

habe ich das Verhältnis der Geschwindigkeitskonstanten in 2 norm.  $NH_4NO_3$ -Lösung der Berechnung zugrunde gelegt. Wie man sieht, beträgt die maximale Differenz in den Konstanten 18 %. v. KISS<sup>1)</sup> erklärt die Abweichungen durch verschiedene Konzentration der benutzten Reaktionsteilnehmer in beiden Arbeiten, was ich übersehen haben soll. Man findet aber in der Arbeit von v. KISS und BOSSÁNYI<sup>2)</sup> keine Angabe über die Konzentration der Reaktionsteilnehmer. Übrigens sehe ich auf keine Weise ein, wie eine konsequente Veränderung der Konzentration der Reaktionsteilnehmer die Geschwindigkeitskonstanten in so unregelmässiger Weise beeinflusst.

Tabelle 1.

	1 norm.	2 norm.
<i>KCl</i> . . . . .	2 %	16 %
<i>NaCl</i> . . . . .	12 %	13 %
<i>LiCl</i> . . . . .	18 %	14 %
<i>KNO<sub>3</sub></i> . . . . .	8 %	—
<i>NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub></i> . . . . .	—	0 %
<i>NaNO<sub>3</sub></i> . . . . .	6 %	—
<i>Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></i> . . . . .	9 %	8 %
<i>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> . . . . .	9 %	—
<i>MgSO<sub>4</sub></i> . . . . .	15 %	—

Die Neutralsalzregel von G. GRUBE und G. SCHMID<sup>3)</sup> ist für das Konzentrationsbereich 1 norm. bis 6 norm. des zugefügten Salzes aufgestellt worden. Ich habe ausdrücklich darauf hingewiesen, dass ich die Reaktion in diesem Konzentrationsbereich auf die Gültigkeit der Neutralsalzregel untersuche. Die Regel fordert einen linearen Zusammenhang zwischen den Logarithmen der Geschwindigkeitskonstanten und der Konzentrationen des zugefügten Neutralsalzes. Um einen linearen Zusammenhang zu beweisen, braucht man mindestens drei Punkte, welche Bedingung ich auch immer erfüllt habe. Nach meinen Messungen ist die Neutralsalzregel für  $MgSO_4$ - und  $MgCl_2$ -Zusätze erfüllt, nicht bei anderen Zusätzen. Deshalb habe ich auch in meiner Arbeit gesagt, dass die GRUBE-SCHMIDSche Gleichung (die den Inhalt der Neutralsalzregel formelmässig ausdrückt) in dem

<sup>1)</sup> Á. v. KISS, Z. physikal. Ch. (A) **160**, 290. 1932.    <sup>2)</sup> Á. v. KISS und I. BOSSÁNYI, Z. physikal. Ch. **134**, 26. 1928.    <sup>3)</sup> G. GRUBE und G. SCHMID, Z. physikal. Ch. **119**, 19. 1926.



Konzentrationsbereich 1 norm. bis 6 norm. des zugefügten Neutralsalzes allgemein nicht gültig ist. Eine Behauptung, dass die erwähnte Neutralsalzregel in den Lösungen von 2 norm. Salzzusätzen an ungültig ist, findet man in meiner Arbeit nirgends, wohl kann man aber das entgegen der Behauptung von Á. v. Kiss aus den Zahlen der Tabelle 4 seiner eigenen Arbeit<sup>1)</sup> durch eine einfache Rechnung<sup>2)</sup> klar ansehen.

<sup>1)</sup> Á. v. Kiss und I. BOSSÁNYI, Z. physikal. Ch. **134**, 26. 1928.    <sup>2)</sup> Dabei muss man die Notiz auf S. 291 in Á. v. Kiss (Z. physikal. Ch. (A) **160**, 290. 1932) beachten.

Tartu, Laboratorium für physikalische Chemie der Universität.

## Bücherschau.

**Lehrbuch der Metallkunde**, von G. TAMMANN. Vierte erweiterte Auflage.

Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1932. Preis M. 48.—.

Die dritte Auflage des Lehrbuchs der Metallkunde war im Jahre 1923 erschienen. Die ausserordentlichen grossen Fortschritte auf allen Gebieten der Metallkunde in den letzten 10 Jahren haben es mit sich gebracht, dass diese Auflage bei vielen Fragen nicht mehr dem heutigen Stande der Erkenntnisse gerecht werden konnte. Die neue Auflage füllt diese stark fühlbar gewordene Lücke aus.

Die erste Auflage des Buches von G. TAMMANN aus dem Jahre 1914 hatte ausser der Behandlung der Gleichgewichtslehre auf thermodynamischer Basis in der Hauptsache die Behandlung des Problems der plastischen Formänderungen der Metalle zur Aufgabe. Damals galt es, hierfür die ersten systematischen Grundlagen zu schaffen, nachdem hierüber, ausser TAMMANN, EWING und ROSENHAIN in England und E. HEYN in Deutschland gearbeitet hatten. Heute ist jenes Problem im Zusammenhang mit seinen Begleiterscheinungen, als welche auch die Rekristallisation zu nennen ist, zu einem weit verzweigten Wissensgebiet geworden. Dasselbe gilt auch für viele andere Teilgebiete der Metallkunde. Auf den meisten Gebieten hat der Verfasser grundlegend und richtunggebend gearbeitet, und zwar zeichnen sich diese Arbeiten, wie das überhaupt für G. TAMMANN charakteristisch ist, durch eine grosse Vielseitigkeit der Methoden und Gesichtspunkte aus. Diese Vielseitigkeit hat ihn zu einer Beherrschung des Gesamtgebiets der Metallkunde geführt, wie sie einzig in ihrer Art ist. In dieser Vielseitigkeit liegt auch zu einem grossen Teil das Lehrreiche und Anregende des TAMMANNschen Buches.

Die Schwäche der Metallkunde als Wissenschaft besteht darin, dass sie in sehr vielen Fällen nicht in der Lage ist, quantitative Theorien zu geben, sondern dass die theoretischen Zusammenhänge meistens nur qualitativen Charakter haben. Eine Folge hiervon ist, dass die Prüfbarkeit der theoretischen Ansätze sehr erschwert ist. Über die meisten Fragen gibt es mehrere widersprechende Ansichten, über deren Richtigkeit oder Unrichtigkeit mangels quantitativer Prüfungsmöglichkeiten nicht bindend entschieden werden kann. Eine gesicherte objektive, wahre Theorie gibt es in der Metallkunde viel weniger als in exakteren Wissenschaften. Dieser Zustand spiegelt sich natürlich auch im Buch von TAMMANN wider. Es kann und soll auch gar nicht ein Lehrbuch in dem Sinne sein, wie es die Lehrbücher der Physik sind, sondern es gibt die Metallkunde so wieder, wie sie sich G. TAMMANN vorstellt. Dieses Bild mag in vielen Teilen noch nicht abgeschlossen oder subjektiv sein. Aber es fusst auf dem gesamten reichen Forschungsleben des Verfassers und ist schon dadurch ungemein lehrreich und anregend.

G. TAMMANN ist von Anfang an ein Verfechter der atomistischen Denkweise gewesen. In der Zeit, als ROOZEBOOM seine Theorie der heterogenen Gleichgewichte schuf, arbeitete G. TAMMANN über die Gesetze der Kernbildung und der linearen Kristallisationsgeschwindigkeit, also über atomistische Fragen bei heterogenen Systemen. Auf vielen anderen Gebieten hat er immer wieder die atomistische Betrachtungsweise in den Vordergrund gerückt, so z. B. in der Frage der Angreifbarkeit der Mischkristalle durch chemische Agenzien (Resistenzgrenzen). Er ist in dieser

Beziehung oft bahnbrechend gewesen. Diesen Charakter spiegelt auch sein Lehrbuch der Metallkunde wieder. Aber, wenn das atomistische Problem fast überall gegenüber dem rein thermodynamischen in den Vordergrund gerückt wird, so enthält sich doch G. TAMMANN genauerer hypothetischer atomistischer Vorstellungen. In diesem Zusammenhang ist er der Vorgänger der heute arbeitenden jüngeren Generation, die, fussend auf den Fortschritten der allgemeinen physikalischen Atomistik, sie auch für die Gewinnung detaillierterer Bilder über die Vorgänge in Metallen zu verwerten sucht. Jeder moderne Atomistiker, der heute über Probleme der Metallkunde arbeitet, muss deshalb auf TAMMANNs Forschungen fussen, muss TAMMANNs Buch zu Hilfe nehmen. Denn dort findet er die wichtigsten experimentellen Ansätze und die ersten theoretischen Richtlinien für die meisten Probleme.

Trotz einer enormen Zunahme des Inhalts gegenüber der ersten Auflage ist der Umfang der vierten Auflage nicht sehr wesentlich gestiegen. Das konnte nur dadurch erreicht werden, dass die Darstellung knapp gehalten wurde. Dass hierbei nicht die Möglichkeit bestand, die verschiedenen theoretischen Ansätze eingehend zu diskutieren, sondern dass G. TAMMANN sich darauf beschränken musste, das Eigene zu bringen, ist meistens kaum ein Verlust; zu bedauern ist, dass auch die Darstellung des Tatsachenmaterials aus diesem Grunde hier und da recht knapp und deshalb etwas schwer lesbar geworden ist.

Es wurde eben angedeutet, dass die Theorie der Metallkunde noch durchaus im Stadium des Skizzenhaften ist. Dieser Umstand muss sich auch in TAMMANNs Buch bemerkbar machen. Es sind meistens neue Fragestellungen und Ansätze zu ihrer Beantwortung nebst ihrer ersten experimentellen Kontrolle, die sein Buch bringt. Gerade dadurch wird es ungemein fruchtbar und lehrreich. Es entfaltet die Problematik der Metallkunde in ihrem ganzen Reichtum, wie sie TAMMANNs Geist entspringt. In diesem Zusammenhang wird das Buch von G. TAMMANN eine ähnliche Bedeutung gewinnen, wie es das alte Lehrbuch der anorganischen Chemie des ehrwürdigen MENDELEJEFF hatte. Bekanntlich pflegten viele junge Forscher, die in Verlegenheit wegen Forschungsproblemen waren, sie aus den Textanmerkungen seines Buches zu holen, die, mit geistreicher Kühnheit geschrieben, die reichste Anregung zu neuen Forschungen gaben. So kann auch das Buch von G. TAMMANN die Anregungsquelle der Forschung beinahe einer ganzen Generation werden. G. TAMMANN ist immer ein Meister in der Erfindung neuer Fragen an die Natur gewesen.

Es erübrigt sich, auf das Einzelne einzugehen. Der sich für Metallkunde oder für alle Gebiete, die mit ihr verwandt sind, Interessierende wird im Buch von TAMMANN über alle wichtigen Fragen Neues und Lehrreiches finden, über das eine Teilgebiet natürlich mehr, über das andere weniger, je nach dem Stande der Forschung und je nach G. TAMMANNs Einstellung zu ihnen. Die Darstellung ist knapp und klar; in kurzen wuchtigen Sätzen, ohne Wenn und Aber und ohne Erschwerung durch zu viele Nebenbetrachtungen schreitet sie dahin, und erfordert in ihrer Art ein sehr eingehendes Studium. Denn diese kurzen Sätze enthalten oft einen grossen Reichtum an gedanklichen Zusammenhängen, auf die nicht eingegangen wird und die sich der Leser durch längere sorgfältige Überlegungen klar machen muss. Aber diese Schwierigkeit liegt nirgends in einer abstrakten Darstellungsweise, wie TAMMANNs Denkweise ja auch ausgesprochen konkret ist, sondern in ihrem gedrängten Gedankenreichtum.

Masing.

**Dizionario di Chimica generale e industriale.** Chimica agraria, biologica, bromatologica, farmaceutica, geologica, mineralogica, tecnologica, tossicologica. Von Prof. Dr. MICHELE GIUA und Dr. CLARA GIUA-LOLLINI. Bd. I, 1983 Seiten mit 28 Tafeln und 565 Figuren. Unione Tipografica-Editrice Torinese, Torino 1933.

Wie schon der Untertitel zeigt, handelt es sich bei dem vorliegenden Werke um eine Art chemisches Handwörterbuch, welches den grössten Teil des ganzen chemischen Wissensgebietes umfassen soll. Unsere deutsche Literatur besitzt wohl die grossen Enzyklopädien von ULLMANN, MUSPRATT und DAMMER, welche hauptsächlich die technologische Seite behandeln, andererseits haben wir die grossen anorganischen Handbücher von GMELIN und von ABECK und den organischen BEILSTEIN. Im vorliegenden Werke wird aber der Versuch gemacht, dies alles zusammen mit noch anderen angrenzenden Wissensgebieten in einem grossen Wörterbuch zu vereinigen, wie es bisher in keinem Lande der Welt existiert. Gewiss ein gewaltiges Unternehmen, besonders wenn man bedenkt, dass die ganze Leistung von den beiden Herausgebern allein vollbracht wird. Und doch, wenn man den vorliegenden ersten Band genauer durchsieht, muss man bekennen, dass der Versuch gut gelungen ist.

Der erste Band umfasst die Buchstaben A bis E, das ganze Werk wird also mindestens fünf Bände von je 1000 Seiten umfassen.

Um dem Leser anzudeuten, was das Werk bietet, sollen aus dem reichen Inhalt nachstehend einzelne Dinge herausgegriffen werden. Das Werk bringt z. B. auch eine grössere Anzahl Biographien mit Bildnissen von bekannteren Chemikern, darunter unter anderem auf der ersten Seite gleich das Bild des den Lesern dieser Zeitschrift wohlbekannten Prof. ABECK. Beim Durchblättern fällt sofort die starke Betonung der organischen Chemie auf; zahllose organisch-chemische Körper sind nach ihrer Herstellung und Eigenschaft mit den nötigen Literaturangaben beschrieben. Sehr erfreulich sind eine grosse Anzahl ganzseitiger, meist sehr schöner klarer Schnittzeichnungen oder Abbildungen von technischen Apparaturen und Verfahren, dabei vielfach andere, als wir sie aus deutschen Enzyklopädien kennen. Hingewiesen sei in dieser Beziehung auf die Abschnitte unter dem Stichwort „Acido“, wo neben einer Unzahl anorganischer und namentlich organischer Säuren grössere Aufsätze der Herstellung der Säuren der chemischen Grossindustrie (Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Borsäure) gewidmet sind. Aber auch andere Dinge, wie Akkumulatoren, Trink-, Mineral- und Abwässer, Kriegskampfgase (sehr ausführlich), Mineralien, Kristallographie, Farbstoffe, OSTWALDSche Farbenlehre, Fasern, Bier, Metalle, Sprengstoffe, chemische Elemente, chemische Gleichgewichte usw. sind ziemlich eingehend behandelt.

Eine gute Auswahl der Abbildungen, kurze, knappe und klare Fassung des beschreibenden Textes, sehr reichliche Literaturhinweise sind Vorzüge dieses ersten Bandes des Gesamtwerkes. Das Werk ist auf jeden Fall ein schönes Dokument der jungen aufblühenden chemischen Wissenschaft in Italien. B. Neumann.

### Eingegangene Bücher.

- BARY, PAUL, Les Colloïdes, leurs gélées et leurs solutions. 586 Seiten. (Dunod, Paris 1933.)
- BECKER, KARL, Hochschmelzende Hartstoffe und ihre technische Anwendung. 227 Seiten. (Verlag Chemie, Berlin 1933.) Geb. M. 21.—.
- BORN-SAUTER, Moderne Physik. 272 Seiten. (Julius Springer, Berlin 1933.) Brosch. M. 18.—, geb. M. 19.50.
- BROOKS, H. B. und SPINKS, A. W., A Multi-Range Potentiometer and its Application to the Measurement of small Temperature differences, Research Paper, Nr. 506, Bd. 9, Dezember 1932. S. 782 bis 798. (Bureau of Standards, 1932.) 5 Cents.
- DIXON, S. M. und HOGAN, M. A., Measurements of the Kinetic Loads on Colliery Winding Ropes. Safety in Mines Research Board Paper, Nr. 78. 28 Seiten. (Majesty's Stationery Office, London 1933.) 1 s net.
- ENGELHARDT, VICTOR, Handbuch der technischen Elektrochemie, Bd. II, Teil 1: Die technische Elektrolyse wässriger Lösungen. 451 Seiten. (Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1933.) Brosch. M. 42.—, geb. M. 44.—.
- EUCKEN-JAKOB, Der Chemie-Ingenieur, Bd. I, Teil 2: Mechanische Materialtrennung. 385 Seiten. (Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1933.) Brosch. M. 36.—, geb. M. 38.—.
- Forschungsarbeiten über Metallkunde und Röntgenmetallographie. Folge 1: Röntgenographische Beiträge zum Vergütungsproblem, von O. SUMMA. 43 Seiten. (F. und J. Voglrieder, München und Leipzig.) Brosch. M. 3.—.
- Forschungsarbeiten über Metallkunde und Röntgenmetallographie. Folge 2: Vergütungsuntersuchungen an der Zink—Aluminium-Legierung von der Zusammensetzung  $Al_2Zn_3$ , von H. MEYER. 50 Seiten. (F. und J. Voglrieder, München und Leipzig.) Brosch. M. 3.—.
- Forschungsarbeiten über Metallkunde und Röntgenmetallographie. Folge 7: Ein Beitrag zum Problem der Stahlhärtung, von H. MÜLLER. 66 Seiten. (F. und J. Voglrieder, München und Leipzig.) Brosch. M. 4.50.
- Forschungsarbeiten über Metallkunde und Röntgenmetallographie. Folge 9: Beitrag zur Kenntnis des Systems Kupfer—Silicium, von KARL SAUTNER. 31 Seiten. (F. und J. Voglrieder, München und Leipzig.) Brosch. M. 3.—.
- JELLINEK, KARL, Lehrbuch der physikalischen Chemie, 1. und 2. Aufl., Bd. IV. Lfg. 3. 890 Seiten. (Ferdinand Enke, Stuttgart 1933.) Geb. M. 26.—.
- MASING, G., Ternäre Systeme. 164 Seiten. (Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1933.) Brosch. M. 8.30, kart. M. 9.60.
- Mitteilungen aus dem Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke A.-G., Dortmund, Bd. III, Lieferung 2. S. 19 bis 57. (Verlag Stahldruck, Dortmund 1932.) M. 2.20.
- Mitteilungen aus dem Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke A.-G., Dortmund, Bd. III, Lieferung 3. S. 59 bis 80. (Verlag Stahldruck, Dortmund 1932.) M. 1.30.

- Mitteilungen aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf, herausgegeben von FRIEDRICH KÖRBER. S. 1 bis 305. (Verlag Stahleisen, Düsseldorf 1932.)
- Mitteilungen der deutschen Materialprüfungsanstalten, Sonderheft XXI. 102 Seiten. (Julius Springer, Berlin 1933.) M. 16.50.
- ORTON jr., EDWARD, A Memorial. 70 Seiten. (Engineering Station, Ohio State Univ., Columbus 1932.)
- Physikalische Methoden der analytischen Chemie, herausgegeben von W. BÖTTGER, Leipzig. Teil 1: Spektroskopische und radiometrische Analyse. 388 Seiten. (Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1933.) Brosch. M. 34.—, geb. M. 36.—.
- PLANCK, MAX, Wege zur physikalischen Erkenntnis. 280 Seiten. (S. Hirzel, Leipzig 1933.) Brosch. M. 6.—, geb. M. 8.—.
- STETTbacher, ALFRED, Die Schiess- und Sprengstoffe, 2. Aufl. 459 Seiten. (Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1933.) Brosch. M. 35.—, geb. M. 36.80.
- The Technology Reports of the Tohoku Imperial University Sendai, Japan, Bd. X, Nr. 4. 194 Seiten. (Tohoku Imperial University, Sendai, Japan 1932.)
- THOMPSON, M. R., A Metal-Connected Glass Electrode, U. S. Department of Commerce. Research Paper, Nr. 511, Bd. 9, Dezember 1932. S. 833 bis 853. (Bureau of Standards, 1932.) 5 Cents.
- WECKERING, RUDOLF, Stereophysik oder der Strukturaufbau der Atome und Moleküle. 44 Seiten. (Luxemburgische Verlagsanstalt, Luxemburg 1933.)
- Zeiss-Nachrichten, Heft 3. 35 Seiten. (Carl Zeiss, Jena 1933.)

### An die Herren Mitarbeiter!

Die Herren Verfasser werden im Interesse der von ihnen selbst gewünschten raschen Veröffentlichung ihrer Aufsätze gebeten, die **Korrekturen so bald als irgend möglich zu erledigen** und an den Verlag zurückzuschicken sowie von der Zusendung eines Revisionsabzugs der Korrektur nach Möglichkeit abzusehen.

Die Herausgeber und der Verlag  
der Zeitschrift für Physikalische Chemie.



## Autorenregister von Band 164.

- ANDERS, Kryoskopische Effekte in gemischten Lösungsmitteln und ihre Beziehung zur Löslichkeit der Zusätze 145.
- v. AUWERS, Zur Spektrochemie von Pyridin- und Pyridonderivaten 33.
- Über die Bedeutung der spezifischen Exaltation der Molrefraktion und Moldispersion 44.
- BENNEWITZ und NEUMANN, Über den Mechanismus der Knallgaselektrode 277.
- BRESLER, DRUSCHININ und TALMUD, Über zweidimensionale Reaktionen. I. 389.
- BURAWOY, Über den Chemismus der Addition an Doppelbindungsgruppen 1.
- EISENSCHITZ, Nachtrag zu der Arbeit: „Über mehrphasige Gleichgewichte in Systemen, die durch Membranen unterteilt sind“ 393.
- ESSIN, Zur Theorie der gemeinsamen Entladung verschiedener Ionenarten 87.
- ETTISCH und SCHULZ, Über sprunghafte Zeitverläufe von Reaktionen zwischen Proteinen und Alkali 417.
- FREDENHAGEN, Löslichkeiten, Leitfähigkeiten und Siedepunkterhöhungen anorganischer und organischer Verbindungen in flüssigem Fluorwasserstoff 176.
- FREDENHAGEN und CADENBACH, Die Bestimmung von molekularen Siedepunkterhöhungen in Fluorwasserstoff 201.
- FRUMKIN, Wasserstoffüberspannung und Struktur der Doppelschicht 121.
- HARTMANN und ROSENFELD, Aktivitätskoeffizienten der Salpetersäure 377.
- HELLER und ZOCHER, Über die transversale magneto-optische Anisotropie einiger kolloider Lösungen. I. 55.
- HIEDEMANN, Zur Silanbildung in der Wasserstoffentladung 20.
- IMRE, Zur Kinetik der Oberflächenvorgänge an Kristallgittern. II. Die Elementarprozesse bei der Ausbildung einer aus mehreren Komponenten bestehenden Grenzschicht 327.
- Grenzflächengleichgewichte und innere Gleichgewichte in heterogenen Systemen. I. Über die Austausch und Aufladungsvorgänge an heteropolaren Kristallflächen 343.
- Oberflächengleichgewichte und innere Gleichgewichte in heterogenen Systemen. II. Beiträge zur Theorie der fraktionierten Kristallisation 364.
- JÄNECKE, Über das System Methylalkohol—Isobutylalkohol—Wasser 401.
- MAGNUS und GIEBENHAIN, Die Adsorption von Schwefeldioxyd und Kohlendioxyd im Gebiete kleiner Gleichgewichtsdrucke 209.
- ÖLANDER, Eine elektrochemische Untersuchung von Messing 428.
- PARTS, Bemerkung zu der Arbeit: „Über die Neutralsalzwirkung bei den Ionenreaktionen“ von Á. v. KISS 439.
- POHLAND und MEHL, Physikalische Eigenschaften des Äthylamins 48.
- PUSCHIN und MATAVULJ, Der Brechungsindex flüssiger Gemische mit Pyridin als Komponente 80.
- REINHOLD und SCHULZ, LUDWIG-SORET-Effekt und Ionenbeweglichkeit in  $CuBr-AgBr$ -Mischkristallen 241.

- SCHULZ und ETTISCH, Primärreaktion und Sekundärreaktion der Eiweisskörper  
Säuren und Basen 97.
- SCHWARZ, Zur Theorie der Elektrolysenerscheinungen in metallischen Lösungen 223
- SENNEWALD, Über den Zerfall des Ozons in wässriger Lösung 305.
- SZALAY, Die Zerstörung von hochpolymeren Molekülen mittels Ultraschallwellen 235.
- ULMANN, Über die Bestimmung osmotischer Drucke durch isotherme Destillation.  
II. 318.
- WAGNER, Zur Deutung des elektrolytischen Stromleitungsanteils in Amalgamen  
und anderen Legierungen. II. (Bemerkungen zu der vorstehenden Arbeit von  
K. SCHWARZ) 231.
- v. WARTENBERG und SCHÜTZA, Die Verbrennungswärme des Cyans 386.
- ZIRKLER, Beitrag zur NERNST-Theorie der Assoziation starker Elektrolyte 134.

### Verzeichnis der besprochenen Bücher.

- ALEXANDER, Colloid Chemistry, Theoretical and Applied. Bd. III 400.
- ARNDT, Die künstlichen Kohlen 138.
- BAUER, Dehalogenieren 398.
- BERG, Das Vorkommen der chemischen Elemente auf der Erde 303.
- BERLINER und SCHEEL, Physikalisches Handwörterbuch 396.
- LE BLANC, Ergebnisse der angewandten physikalischen Chemie. Bd. I 138.
- CARLSOHN, Über eine neue Klasse von Verbindungen des positiv einwertigen Jods 399.
- DORSCH, Chemie der Zemente 139.
- EUCKEN und JAKOB, Der Chemie-Ingenieur. Bd. II 301.
- FORTRAT, Introduction à l'étude de la physique théorique. I. Facicule: Mécanique 397.
- FRANKEL, Katalytisch-organische Arbeitsmethoden 397
- GARRE, Einführung in die praktische Metallographie 296.
- Gerbereichemisches Taschenbuch (Vagda-Kalender) 142.
- GIUA und GIUA-LOLLINI, Dizionario di Chimica generale e industriale. Chimica agraria, biologica,  
bromatologica, farmaceutica, geologica, mineralogica, tecnologica, tossicologica 444.
- GOLDSCHMIDT, Stereochemie 299.
- HAAS, Das Naturbild der neuen Physik 394.
- HÜCKEL, Theoretische Grundlagen der organischen Chemie. Bd. I 295.
- JOOS, Lehrbuch der theoretischen Physik 296.
- KALLMANN und SCHÜLER, Hyperfeinstruktur und Atomkern 395.
- KASSEL, The Kinetics of Homogenous Gas Reactions 399.
- KASSLER, Die chemische Analyse: Untersuchungsmethoden für Roh Eisen, Stahl und Ferrolegierungen 300.
- KUHN und FREUDENBERG, Drehung der Polarisationssebene des Lichtes. Bd. VIII, 3 298.
- LORENTZ, Vorlesungen. Bd. V: Die MAXWELLSche Theorie 395.
- MÜLLER, Einführung in die Theorie der zähen Flüssigkeiten 395.
- NADAL, Der bildsame Zustand der Werkstoffe 141.
- PARKS und HUFFMAN, The free energies of some organic compounds 302.
- PEIERLS, Elektronentheorie der Metalle 139.
- PRAUSNITZ, Glas- und keramische Filter im Laboratorium für Filtration, Gasverteilung, Dialyse  
traktion 394.
- PRZIBRAM, Radioaktivität 298.
- SCHENCK, Einführung in die physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse. Bd. I. 140.
- SCHIEBOLD, Kristallstruktur der Silikate, I. Bd. XI. 296.
- TAMMANN, Lehrbuch der Metallkunde. Vierte erweiterte Auflage 442
- WESTPHAL, Physik. Ein Lehrbuch für Studierende 396.
- WOYTACEK, Lehrbuch der Glasbläserei 141

## Sachregister zu Band 159—164.

### Jahreszahlen.

1932: Band 159 bis 162. 1933: Band 163 bis 164.

### Druckfehler in den Inhaltsverzeichnissen:

**160**, IV, Zeile 27 und 476, Zeile 8 lies Glaselektrode statt Gaselektrode.

Absorption siehe Licht, Ultraviolett.

Aceton. Einfluss von Wasser und Alkoholen auf Löslichkeit von Salzen im —.

**161**, 269.

— Löslichkeit der Alkalihalogenide. **161**, 255.

Addition an Doppelbindungsgruppen. **164**, 1.

Adsorption.  $CO_2$ ,  $C_2H_4$  und  $H_2$  an pyrophorem Eisen und Pudergold. **161**, 241.

— Elektrolyte an  $O_2$ -beladener, aktiver Kohle. **159**, 436.

— Farbstoffe an Diamant, Kohle, Kunstseide. **160**, 425.

— kleiner Substanzmengen. **162**, 174. **163**, 142.

— lineare. **163**, 91.

—  $SO_2$  und  $CO_2$  bei niedrigem Druck. **164**, 209.

— Toluidin 1,4 an Grenzfläche flüssig | flüssig. **161**, 129.

Adsorptionsverdrängung an aktiver Kohle. **162**, 331.

Adsorptionswärme.  $SO_2$  und  $C_3H_8$  an  $NaCl$ ,  $C_2H_6$  und  $C_3H_8$  an  $KMnO_4$ . **159**, 115.

Aktive Fläche von Edelmetallen. **163**, 231.

Aktive Kohle. Adsorptionsverdrängung und Molekülorientierung an aschefreier —.

**162**, 331.

— — Beladung mit  $O_2$  und Adsorption von Elektrolyten. **159**, 436.

— — Entzündungspunkt. **161**, 315.

— — Wirkung von  $H_2$ . **162**, 71.

Aktivität. Fettsäureionen in  $NaCl$ - und  $KCl$ -Lösungen. **159**, 306, 315.

— Thermodynamische — binärer Legierungen. **159**, 241.

Aktivitätskoeffizient der Ionen und Lösungen. **162**, 128.

Aktivitätskoeffizienten der Salpetersäure. **164**, 377.

Alkali. Sprunghafte Reaktion mit Protein. **164**, 417.

— Aliarsenite. **160**, 305.

— alicellulose. **162**, 187. **163**, 395.

— alihalogenide. Einbau von  $Pb$ . **162**, 174.

— Elektrolyse mit Pergamentmembran. **163**, 122.

— Löslichkeit in Aceton. **161**, 255.

Alkalimetalle. Leitfähigkeit der Lösungen in flüssigem  $NH_3$ . **161**, 355.

— vierte Ammoniumsalze. Jodide, Perchlorate, Pikrate. **160**, 45, 57, 327. Pikrate.

**31**, 211. **163**, 442.

— opie bei Flüssigkeiten. **160**, 225, 231.

Aluminiumchlorid. Leitfähigkeit nichtwässriger Lösungen. **162**, 398.

Aluminiumhydroxyd. Kolloidchemische Eigenschaften. **159**, 47.

- Aluminiumsalze. Potentiometrische Titration. **159**, 47.  
 Aluminium—Zink-Spinell. Bildung. **161**, 305.  
 Amalgam. Elektrolytischer Stromleitungsteil. **164**, 231.  
 Amarin. Chemilumineszenz. **159**, 454.  
 Amine. Binäre Systeme mit Essigsäure. **161**, 336.  
 Ammoniak, flüssig. Leitfähigkeit der Lösungen der Alkalimetalle. **161**, 355.  
 — — Löslichkeit anorganischer Verbindungen. **163**, 185.  
 — — Löslichkeit von  $\text{NaCl}$ . **163**, 340.  
 Ammonium-Jodide, -Perchlorate, -Pikrate, alkylierte. Darstellung, Dichte, Leitfähigkeit, Viscosität. **160**, 45, 57, 327.  
 Ammoniumpikrate. Leitfähigkeit alkylierter —. **160**, 327. **161**, 211. **163**, 442.  
 Ampholyte. **162**, 318.  
 Amylalkohol. Katalyse von Nitramid in —. **163**, 240.  
 Amylopektin. Röntgenspektrum und Eigenschaften. **163**, 291.  
 Analyse. Messung der Oberflächenspannung als Analysenmethode. **161**, 141.  
 — elektrographisch. Quantitative Bestimmung von  $\text{Ni}$  in Stahl. **161**, 373.  
 Anisotropie. Transversale magneto-optische — kolloider Lösungen. **164**, 55.  
 Anthracen. Oxydation mittels Chrmsäure. **159**, 181.  
 Antimonelektrode. **160**, 61.  
 Arsenite. Alkali- —. **160**, 305.  
 Assoziation starker Elektrolyte. **163**, 1. **164**, 134.  
 Assoziationshypothese starker Elektrolyte (*Nernst*). **162**, 257.  
 Äthan. Adsorptionswärme an zersetztem  $\text{KMnO}_4$ . **159**, 115.  
 Äthylamin. Physikalische Eigenschaften. **164**, 48.  
 — Thermischer Zerfall. **162**, 419.  
 Äthylen. Adsorption an pyrophorem Eisen und Pudergold. **161**, 241.  
 Aufladungsvorgänge an heteropolaren Kristallflächen. **164**, 343.  
 Austauschvorgänge an heteropolaren Kristallflächen. **164**, 343.  
 Azoxybenzol. Ultraviolett-Absorption. **162**, 281.  
  
 Bariumchlorid, -nitrat. Verteilung von  $\text{RaD}$  und  $\text{Ra}$  zwischen kristallinem — und Lösungen. **161**, 325.  
 Bariumnitrat. Verdünnungswärme. **160**, 445.  
 Becquerel-Effekt an  $\text{Se}$ -Elektroden. **161**, 401.  
 Benetzung, lineare. **163**, 91.  
 Benzol. Refraktion flüssiger Gemische mit —. **162**, 415.  
 Benzol-azoxy. Ultraviolett-Absorption. **162**, 281.  
 Benzol-nitro. Dielektrizitätskonstante und Dichte in der Nähe des Schmelzpunktes. **161**, 389. Leitfähigkeit in —. **163**, 281.  
 Benzophenondiazid, Thermische Zersetzung. **159**, 40.  
 Bildungswärme.  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{Jn}_2\text{O}_3$ . **161**, 69.  $\text{HCl}$ . **161**, 463.  
 — Rheniumoxyde. **159**, 415.  
 — und Ordnungszahl. **159**, 1.  
 Binäre eutektische Systeme. Berechnung der Kristallisationskurve. **162**, 103.  
 — Salze. Dissoziation typisch — — in nicht wässrigen Lösungsmitteln. **162**, 1.  
 — Systeme. Essigsäure und Amine. **161**, 336.  
 — — Essigsäure,  $\text{HCN}$ ,  $\text{HF}$  mit  $\text{H}_2\text{O}$ , Verteilungszahlen. **162**, 449, 454, 467.

- Blei. Einbau in Alkalihalogenide. **162, 174.**  
 Bleioxyde und deren Systeme mit O. **160, 69.**  
 Bleisuboxyd  $Pb_2O$ . Frage der Existenz. **160, 129. 161, 227.**  
 Brechung siehe Refraktion.  
 Brotbereitung. Physikalische Chemie der —. **163, 291.**  
 Brownsche Bewegung und Viscosität von Suspensionen. **163, 133.**  
 Butylalkohol. System Methylalkohol—*i*-Butylalkohol—Wasser. **164, 401.**
- Cadmium. System  $Ag—Cu—Cd$ . **162, 289.**  
 Cadmium-Silberlegierung. Elektrochemische Untersuchung. **163, 107.**  
 Calciumhydroxyd. Dissoziationsgleichgewicht. **161, 421.**  
 Carbonyleisen. Lösegeschwindigkeit in Säuren. **162, 94.**  
 Cellulose. Zur Kenntnis der Alkali—**162, 187. 163, 395.**  
 Chemiluminescenz. Amarin. **159, 454.**  
 Chlorwasserstoff. Bildungswärme. **161, 443.**  
 Chrom. Passivität. **159, 68.**  
 Chromophor. Ultraviolett-Absorption bei Anwesenheit von zwei —-Gruppen. **160, 46, 58.**  
 Chromsäure. Oxydation von Anthracen mit —. **159, 181.**  
 Cyan. Komplexes —-Ni-Radikal. **159, 223.**  
 — Verbrennungswärme. **164, 386.**  
 Cyanwasserstoff. Verteilungszahlen über dem binären System mit Wasser. **162, 467.**  
 Cyclohexanol. Reinigung. **161, 77.**
- Dämpfe. Spezifische Wärme gesättigter — am Siedepunkt. **159, 161.**  
 Dampfdruck. Messung kleiner —. **160, 272. 161, 33.**  
 Dehnungsdoppelbrechung von Kolloiden in Lösungen. **161, 427.**  
 Destillation. Isotherme — zur Bestimmung des osmotischen Druckes. **164, 318.**  
 Diamant. Adsorption von Farbstoffen. **160, 425.**  
 Dichte. Alkylierte Ammonium-Jodide, -Perchlorate, -Pikrate. **160, 45, 57.**  
 — geschmolzene Pikrate. **160, 161.**  
 — Nitrobenzol in der Nähe des Schmelzpunktes. **161, 389.**  
 Dichteschwankungen der Luft, Messung. **163, 82.**  
 Dielektrizitätskonstante. Nitrobenzol in der Nähe des Schmelzpunktes. **161, 389.**  
 — thixotroper Systeme und orientierter Schichten. **159, 322.**  
 Diffusion. Theorie. **162, 31.**  
 Dipoltheorie und kryoskopische Regeln. **163, 257.**  
 Disperse Systeme. Osmose und Solvation. **159, 375.**  
 Dispersion. Spezifische Exaltation. **163, 67. 164, 44.**  
 Dissoziation, elektrolytische in nicht wässrigen Lösungsmitteln. **162, 1.**  
 — — Klassische Theorie der — —. **163, 17.**  
 — — Problem der — —. **159, 81, 100, 110.**  
 Dissoziation, thermische. Äthylamin. **162, 419.**  
 — — Benzophenondiazid. **159, 40.**  
 — —  $Ca(OH)_2$ . **161, 421.**  
 — —  $SrCO_3$ . **159, 227.**  
 Dissoziationsgleichgewicht. Bestimmung mittels Hochtemperaturvakuumwaage. **159, 227. 161, 421.**

- Dissoziationskonstante. Fettsäuren in  $\text{NaCl}$ - und  $\text{KCl}$ -Lösungen. 159, 306, 315.  
Doppelbindungsgruppen. Addition an —. 164, 1.  
Doppelbrechung siehe Dehnungs-, Strömungs- —.  
Doppelschicht.  $\zeta$ -Potential bei anomaler Zähigkeit. 159, 417.  
— Struktur der — und Überspannung. 164, 121.  
Drehwaage zur Messung kleinster Dampfdrucke. 160, 33.  
  
Ebullioskopische Versuche. 160, 257.  
Edelmetalle. Bestimmung der aktiven Fläche. 163, 231.  
Eisen. Adsorption an pyrophorem — von  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$  und  $\text{H}_2$ . 161, 241.  
— Lösegeschwindigkeit von Carbonyl- — in  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . 162, 94.  
Eisenelektrode. 160, 141, 245.  
— als Wasserstoffelektrode. 161, 97.  
— Deckschicht, optisch nachweisbare. 161, 147, 154, 158.  
— Passivität. 161, 147, 154, 158, 411.  
Eisenhydroxyd. Koagulation. 159, 403.  
Eisenoxydsol, hochgereinigtes. 163, 351.  
Eiweisskörper. Primär- und Sekundärreaktion mit Säuren und Basen. 164, 97.  
Elektrochemische Untersuchung von  $\text{Cd}$ — $\text{Ag}$ -Legierungen. 163, 107.  
— — von Messing. 164, 428.  
Elektrode: Antimon, Cadmium—Silber-Legierung, Eisen, Glas, Kalomel, Knallgas, Kobalt, Nickel, Selen, Wasserstoff.  
Elektrographische Analyse.  $\text{Ni}$  in Stahl quantitativ. 161, 373.  
Elektrokinetik. Grundannahmen und Gleichungen. 161, 279.  
Elektrokinetischer Potentialsprung. Variabilität. 160, 385.  
Elektrolysenerscheinungen metallischer Lösungen. 164, 223.  
Elektrolyte. Adsorption an  $\text{O}_2$ -beladener aktiver Kohle. 159, 436.  
— Äquivalentrefraktion starker — in Lösungen. 160, 295.  
— Assoziation starker — (*Nernstsche Theorie*). 163, 1. 164, 134.  
— Einfluss von Nichtelektrolyten auf Koagulationswert von —. 159, 172.  
— Fluoreszenzauslöschung durch —. 163, 172.  
— Kryoskopie von Gemischen. 159, 441.  
— Verdünnungswärme starker — und Assoziationshypothese. 162, 257.  
— Verhalten in Nitroverbindungen. 163, 321.  
Elektrolytische Bildung von Natriumpersulfat. 162, 44.  
— Dissoziation. Problem der — —. 159, 81, 100, 110.  
— — Säuren in Salzlösungen. 159, 306, 315.  
Elektrolytischer Stromleitungsteil in Amalgamen und Legierungen. 164, 231.  
Elektrolytische Wasserüberführung in  $\text{NaJ}$ -Lösungen. 163, 122.  
Elektrolytkoagulation der Kolloide. 159, 403.  
Elektrosmose. Ionentheorie. 163, 378.  
Elementarprozesse bei Ausbildung einer aus mehreren Komponenten bestehenden Grenzschicht. 164, 327.  
Enantiotropie und Metastabilität. 161, 161, 179.  
Entladung, gemeinsame verschiedener Ionen. 164, 87.  
— Silanbildung in Wasserstoff- —. 164, 20.



- Entzündungspunkt. Aktive Kohle. **161, 315.**
- Erdalkalihalogenide. Elektrolyse mit Pergamentmembran. **163, 122.**
- Essigsäure. Binäre Systeme mit Aminen. **161, 336.**
- Refraktion flüssiger Gemische mit —. **161, 341.**
- Teildruck und Verteilungszahl über Wasser. **162, 449.**
- Eutektische Systeme. Berechnung der Kristallisationskurve. **162, 103.**
- Exaltation. Spezifische — der Molrefraktion und Moldispersion. **163, 67. 164, 44.**
- Fällung kleiner Substanzmengen. **162, 174. 163, 142.**
- Fällungsreaktionen. Entstehung metastabiler Formen. **161, 161, 179.**
- Farbstoffe. Adsorption an Diamant, Kohle und Kunstseide. **160, 425.**
- Oberflächenspannung. **160, 8.**
- Farbstofflösungen. Löschung der Fluoreszenz von — durch Elektrolyte. **163, 172.**
- Fester Zustand. Reaktionen im —. **161, 305, 346.**
- Fettsäuren. Dissoziation von — und Aktivierung ihrer Ionen in *NaCl*- und *KCl*-Lösung. **159, 306, 315.**
- Flüssige Kristalle. Lichtabsorption. **160, 101.**
- Flüssigkeiten. Allotropie. **160, 225, 231.**
- Kryoskopische Reinheitsprüfung. **161, 77.**
- Fluoreszenzlöschung. Einfluss der Temperatur auf — von Farbstofflösungen durch Elektrolyte. **163, 172.**
- Fluorwasserstoff. Löslichkeit, Leitfähigkeit, Siedepunkterhöhung in flüssigem —. **164, 176, 201.**
- Verteilungszahl und Siedekurve des binären Systems mit Wasser. **162, 454.**
- Formelzeichen, thermodynamische der Deutschen Bunsengesellschaft. **161, 233.**
- Fraktionierte Kristallisation. Theorie der —. **164, 364.**
- Gasdichtewaage mit elektromagnetischer Messeinrichtung. **163, 73.**
- Gele. Wirkung von Ultra-Schallwellen auf thixotrope. **160, 469.**
- Gelreaktionen. Phasentheoretische Behandlung. **162, 187.**
- Verteilung bei —. **163, 395.**
- Geochemie. Rhenium. **161, 395.**
- Germanium-(4)-oxyd. Bildungswärme. **160, 69.**
- Glaselektrode. **160, 279, 366.**
- Gleichgewicht im durch Membranen unterteilten System. **162, 216. Nachtrag. 164, 393.**
- Gleichgewichtsaussage. Unanwendbarkeit bei undefiniert kleiner Konzentration. **162, 241.**
- Gold. Adsorption an Pudergold von *CO*<sub>2</sub>, *C*<sub>2</sub>*H*<sub>4</sub> und *H*<sub>2</sub>. **161, 241.**
- Goldamalgam. Überführungszahl. **161, 231.**
- Grenzflächenaktive Stoffe. Kapillarmanometrische Titration. **161, 141.**
- Grenzflächenaktivität und Natur der Trennungsfläche. **161, 129, 141.**
- von Toluidin 1,4. **161, 129.**
- Grenzflächengleichgewicht und inneres Gleichgewicht heterogener Systeme. **164, 343, 364.**
- Grenzschicht. Ausbildung einer aus mehreren Komponenten bestehenden —. **18, 327.**
- Guajacol. Lösungsgleichgewicht mit Phenylendiaminen. **160, 119.**

- Helium.** Isothermen bei tiefer Temperatur und hohem Druck. **163, 461.**  
**Heterogene Systeme.** Grenzflächengleichgewicht und inneres Gleichgewicht. **164, 343, 364.**  
— — Kinetik. **159, 181.**  
**Heteropolare Kristallfläche.** Austausch- und Aufladungsvorgänge. **164, 343.**  
**Hochpolymere Moleküle.** Zerstörung durch Ultraschallwellen. **164, 234.**  
**Hochtemperaturvakuumwaage.** Bestimmung von Dissoziationsgleichgewicht mit —. **159, 227. 161, 421.**  
**Holzkohle.** Wirkung von  $H_2$  auf —. **162, 71.**  
**Hydrolyse.** Geschwindigkeit der — von Pyrophosphorsäure. **159, 268. 160, 301.**  
**Indium-(3)oxyd.** Bildungswärme. **160, 69.**  
**Innere Reibung** siehe Viskosität.  
**Ionen.** Aktivitätskoeffizient. **162, 153.**  
— Aktivitätskoeffizient und Lösungsmittel. **162, 128.**  
— Aktivität von Fettsäure- — in Salzlösungen. **159, 306, 315.**  
— Austausch zwischen Metallatomen und edleren —. **163, 196.**  
— Gemeinsame Entladung verschiedener. **164, 87.**  
— Verteilungskoeffizient. **159, 194.**  
**Ionenbeweglichkeit in  $CuBr-AgBr$ -Mischkristallen.** **164, 241.**  
**Ionenreaktion.** Neutralsalzwirkung. **160, 290. 164, 439.**  
**Ionentheorie der Elektromose, der Strömungsströme und der Oberflächenleitfähigkeit.** **163, 378.**  
**Isobutylalkohol** siehe Butylalkohol.  
**Isomorphe Abscheidung** kleiner Substanzmengen an kristallinen Salzen. **161, 362.**  
**Isotherme Destillation** zur Bestimmung des osmotischen Druckes. **164, 318.**  
**Isothermen.**  $He$  bei tiefer Temperatur und hohem Druck. **163, 461.**  
**Jod.** Hydrolyse. **159, 414, 466. 162, 372.**  
— Photochemische Kinetik der Oxalatreaktion. **163, 53.**  
**Jodometrische Oxydation.** Rhodan. **159, 414, 466. 162, 372.**  
**Kaliumpermanganat.** Lichtabsorption der Lösungen. **159, 295.**  
— zersetztes. Adsorptionswärme von  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$  an —. **159, 115.**  
**Kalomelektrode.** Potentialbestimmung. **160, 1.**  
**Kapillarmanometrische Titration.** **161, 141.**  
**Katalyse.** Nitramid in isoamylalkoholischer Lösung. **163, 240.**  
— Reaktion zwischen festen Stoffen. **161, 346.**  
**Katalytische Wirkung.** Wasserdampf bei Verbrennung von  $CO$ . **161, 299.**  
**Kataphoretische Messung** an kolloidem  $Fe(OH)_3$ . **159, 403.**  
**Keimbildungsgeschwindigkeit** und Ostwaldsche Stufenregel. **163, 399.**  
**Kettenmoleküle.** Sprengung von  $C-C$ -Bindung. **159, 337, 357, 368.**  
**Kinetik.**  $H_2$  (Gas)  $\rightleftharpoons 2 H$  (in  $Pd$  gelöst). **159, 459.**  
— heterogener Systeme. **159, 181.**  
— Metallfällung durch  $Zn$ . **161, 113.**  
— Monomolekulare Reaktionen, Einfluss des Lösungsmittels. **162, 432.**  
— Oberflächenvorgänge an Kristallgittern. **164, 327.**  
— Oxydation von  $HCl$  durch  $HNO_3$ . **159, 428.**

- Kinetik. Photochemische — der Jod-Oxalatreaktion. **163**, 53.  
— Spaltung mehrgliederiger Ketten. **159**, 368.  
Knallgaselektrode. **164**, 277.  
Koagulation. Elektrolyt- — der Kolloide. **159**, 403.  
—  $Fe(OH)_3$ . **159**, 403.  
Koagulationswert. Einfluss von Nichteлектроlyten auf — von Elektrolyten. **159**, 172.  
Kobalt. Elektromotorisches Verhalten. **162**, 385.  
— Gleichgewicht  $Ni + Co^{+2} \rightleftharpoons Ni^{+2} + Co$ , Potential. **160**, 34.  
Kohle. Adsorption von Farbstoffen. **160**, 425.  
— siehe aktive, Holz.  
Kohlendioxyd. Adsorption an pyrophorem Eisen und Pudergold. **161**, 241.  
— Adsorption bei niedrigem Druck. **164**, 209.  
Kohlenoxyd. Katalyse der Verbrennung durch  $H_2O$ . **161**, 299.  
Kohlenstoffbindung. Sprengung in Kettenmolekülen. **159**, 337, 357, 368.  
Kolloidale Lösung. Transversale magneto-optische Anisotropie. **164**, 55.  
Kolloidchemische Eigenschaften.  $Al(OH)_3$ . **159**, 47.  
Kolloide. Beer-Lambertsches Gesetz in —. **159**, 277.  
— Dehnungsdoppelbrechung in Lösung. **161**, 427.  
— Elektrolytkoagulation. **159**, 403.  
— Kryolyse lyophiler —. **161**, 192.  
— lyophile. Micellargewicht und -dimensionen. **163**, 91.  
— Solvatationsgleichgewicht in kolloiden Lösungen. **159**, 374, 375, 409.  
Komplexe Radikale. Ni-Cyanradikal. **159**, 223.  
Konzentration, undefiniert kleine. **162**, 241.  
Konzentrationspolarisation. Theorie. **161**, 83.  
Korngrösse und Schmelztemperatur. **160**, 158.  
Korrosion bei ungleichmässiger Belüftung. **160**, 205.  
— mit und ohne  $O_2$ . **160**, 194.  
— Theorie. **160**, 211.  
Kristalle, flüssige. Lichtabsorption. **160**, 101.  
Kristallflächen. Austausch- und Aufladungsvorgänge an heteropolaren —. **164**, 343.  
Kristallgitter. Oberflächenvorgänge an —. **164**, 327.  
Kristallisation. Beiträge zur Theorie der fraktionierten —. **164**, 364.  
Kristallisationskurve im binären eutektischen System. **162**, 103.  
Kristallisierende Niederschläge. Abscheidung kleinster Substanzmengen an —. **161**, 142.  
— Salze. Isomorphe Abscheidung an —. **161**, 362.  
Kryolyse lyophiler Kolloide. **161**, 192.  
Kryoskopie. Elektrolytgemische. **159**, 441.  
Kryoskopische Effekte in gemischten Lösungsmitteln. **164**, 145.  
— Regeln und Dipoltheorie. **163**, 257.  
— Reinheitsprüfung von Flüssigkeiten. **160**, 77.  
Kunstseide. Adsorption von Farbstoffen. **160**, 425.  
Kupfer. System  $Ag-Cu-Zn$ . **160**, 15.  
—  $Ag-Cu-Cd$ . **162**, 289.  
Kupfer-(1)-bromid- $AgBr$ -Mischkristalle. Ludwig-Soret-Effekt und Ionenbeweglichkeit. **164**, 241.

- Lambert-Beersches Gesetz* in Kolloiden. **159**, 277.
- Legierungen. Elektrolytischer Stromleitungsanteil. **164**, 231.
- Thermodynamische Aktivität binärer. **159**, 241.
- Überspannung an —. **159**, 131.
- Leitfähigkeit.  $AlCl_3$  in nichtwässrigen Lösungen. **162**, 398.
- Alkalimetall-Lösungen in flüssigem  $NH_3$ . **161**, 355.
- Alkylierte Ammoniumpikrate in Wasser. **160**, 327. **161**, 211. **163**, 442.
- Geschmolzene alkylierte  $NH_4$ -Salze. **160**, 45, 57.
- Geschmolzene Pikrate. **161**, 161.
- in flüssigem  $HF$ . **164**, 176.
- in Nitromethan, Nitrobenzol. **163**, 263, 281.
- in Nitroverbindungen. **163**, 321.
- in Pyridin. **160**, 337.
- Ionentheorie der Oberflächen- —. **163**, 378.
- Natriummyristatlösung. **161**, 195.
- wasserstoffbeladener *Pd*-Drähte. **163**, 409.
- Lichtabsorption flüssiger Kristalle. **160**, 101.
- $KMnO_4$ -Lösung. **159**, 295.
- Wasser im sichtbaren Gebiet. **159**, 303. **160**, 468.
- Lineare Erscheinungen. Benetzung und Adsorption. **163**, 91.
- Löslichkeit. Alkalihalogenide in Aceton. **161**, 255.
- Anorganische Verbindungen in flüssigem  $NH_3$ . **163**, 172.
- Einfluss von  $H_2O$  und Alkoholen auf — in Aceton. **161**, 269.
- in flüssigem  $HF$ . **164**, 176.
- $NaCl$  in flüssigem  $NH_3$ . **163**, 340.
- Tetraäthylsilan und Tetraäthylammoniumhalogenide in verschiedenen Lösungsmitteln. **159**, 194.
- und kryoskopische Effekte in gemischten Lösungsmitteln. **164**, 145.
- von Salzen, Bedeutung des Lösungsmittels. **162**, 128.
- Lösung. Theorie der konzentrierten —. **160**, 39. **162**, 103, 361.
- Lösungsgleichgewicht der drei isomeren Phenylendiamine mit Guajacol. **160**, 119.
- Lösungsmittel. Einfluss auf monomolekulare Reaktionen. **162**, 432.
- Kryoskopische Effekte in gemischten —. **164**, 145.
- Löslichkeit von Salzen und Aktivität der Ionen. **162**, 128.
- Lösungsmittel, nichtwässrige. Dissoziation binärer Salze in — —. **162**, 1.
- — Leitfähigkeit von  $AlCl_3$  in —. **162**, 398.
- Ludwig-Soret-Effekt* und Ionenbeweglichkeit in *CuBr*—*AgBr*-Mischkristallen. **164**, 241.
- Luft. Dichteschwankungen und Sauerstoffgehalt der atmosphärischen —. **163**, 82.
- Lyophile Kolloide. Kryolyse. **161**, 192.
- — Micellargewicht und -dimensionen. **163**, 91.
- Magnesiumnitrat. Verdünnungswärme. **160**, 445.
- Magneto-optische Anisotropie kolloidaler Lösungen. **164**, 55.
- Makromoleküle. Grösse, Gestalt und Solvation. **161**, 441.
- Mehrphasige Gleichgewichte in Systemen mit Membranen. **162**, 216. Nachtrag. **164**, 393.

- Membranen. Gleichgewicht im durch — unterteilten System. **162**, 216. Nachtrag. **164**, 393.
- Pergamentpapier- — in Elektrolyse. **163**, 122.
- Membrangleichgewicht. Thermodynamik des —. **162**, 346.
- Mercaptidogruppe. Reaktionsvermögen. **163**, 33.
- Messing. Elektrochemische Untersuchung. **164**, 429.
- Metallatome. Austausch zwischen — und edleren Ionen. **163**, 196.
- Metalle. Bestimmung der absoluten Oberfläche. **163**, 215.
- Metallionen. Kinetik der Umwandlung in Neutralatome. **160**, 113.
- Metallische Lösungen. Elektrolysenerscheinungen. **164**, 223, 231.
- Metastabilität, Enantiotropie und Monotropie. **161**, 161, 179.
- Methan. Synthese. **162**, 71.
- Methan-nitro. Leitfähigkeit in —. **163**, 263.
- Methylalkohol. System — Isobutylalkohol — Wasser. **164**, 401.
- Micellargewicht und micellare Dimensionen lyophiler Kolloide. **163**, 91.
- Mischkristalle  $CuBr-AgBr$ . *Ludwig-Soret*-Effekt und Ionenbeweglichkeit. **164**, 241.
- Moldispersion. Spezifische Exaltation. **163**, 67. **164**, 44.
- Molrefraktion. Spezifische Exaltation. **163**, 67. **164**, 44.
- Monomolekulare Reaktion. Einfluss des Lösungsmittels. **162**, 432.
- Monotropie und Metastabilität. **161**, 161, 179.
- Myristatlösungen. Leitfähigkeit. **161**, 195.
- Natriumchlorid. Adsorptionswärme an —. **159**, 115.
- Löslichkeit in flüssigem  $NH_3$ . **163**, 340.
- Natriumjodid. Elektrolytische Wasserüberführung in —-Lösung. **163**, 122.
- Natriumpersulfat. Elektrolytische Bildung. **162**, 44.
- Nebelbildung. Theorie. **159**, 161.
- Nernstsche* Theorie der Assoziation starker Elektrolyte. **164**, 134.
- Neutralsalzwirkung bei Ionenreaktionen. **160**, 290. **164**, 439.
- Nichtelektrolyte. Einfluss auf Koagulationswerte von Elektrolyten. **159**, 172.
- Nickel. Elektromotorisches Verhalten. **162**, 385.
- Gleichgewicht  $Ni + Co^{+2} \rightleftharpoons Ni^{+2} + Co$ . **160**, 34.
- Quantitative Bestimmung in Stählen auf elektrophotographischem Wege. **161**, 373.
- Nickel-Cyanradikal, komplexes. **159**, 223.
- Nitramid. Katalyse in isoamylalkoholischer Lösung. **163**, 240.
- Nitrobenzol. Dielektrizitätskonstante und Dichte in der Nähe des Schmelzpunktes. **161**, 389.
- Nitromethan. Leitfähigkeit in —. **163**, 263.
- Nitroverbindungen. Leitfähigkeit in —. **163**, 263, 281, 321.
- Oberfläche. Bestimmung der absoluten — von Metallen. **163**, 215.
- Bestimmung der aktiven — von Edelmetallen. **163**, 231.
- Oberflächenleitfähigkeit. Iontentheorie. **163**, 178.
- Oberflächenspannung. Farbstoffe und Silbersole. **160**, 8.
- Messung der — als analytische Methode. **161**, 141.
- Oberflächenvorgänge an Kristallgittern. **164**, 327.

- Ordnungszahl und Bildungswärme. **159**, 1.  
Orientierte Schichten. Dielektrizitätskonstante. **159**, 322.  
Orientierung polarer Moleküle an Grenzflächen. **161**, 129, 141.  
— des Moleküls an aktiver Kohle. **162**, 331.  
Osmose disperser Systeme. **159**, 375.  
Osmotischer Druck. Bestimmung durch isotherme Destillation. **164**, 318.  
Oxalat. Photochemische Kinetik der Reaktion mit Jod. **163**, 53.  
Oxydation. Anthracen mit Chromsäure. **159**, 181.  
—  $HCl$  durch  $HNO_3$ . **159**, 428.  
Ozon. Zerfall in wässriger Lösung. **164**, 305.  
  
Palladium. Elektrischer Widerstand wasserstoffbeladenen —. **163**, 409.  
— Reaktion  $H_2$  (Gas)  $\rightleftharpoons 2 H$  in —. **159**, 459.  
Partialdruck. Essigsäure über Lösungen. **162**, 449.  
Passivität des Chroms. **159**, 68.  
— Theorie. **161**, 147, 154, 158, 411.  
Pergamentpapiermembran in Elektrolyse wässriger Lösungen. **163**, 122.  
Phasentheoretische Behandlung von Gelreaktionen. **162**, 187.  
Phenylendiamine. Lösungsgleichgewicht der isomeren mit Guajacol. **160**, 119.  
Photochemische Kinetik der Jod-Oxalatreaktion. **163**, 53.  
Pikrate. Leitfähigkeit alkylierter  $NH_4$ —. **160**, 327. **161**, 211. **163**, 442.  
Platinmetalle.  $H_2$ -Überspannung an  $Hg$  in Gegenwart von —. **162**, 223.  
Polare Moleküle. Orientierung an Grenzfläche. **161**, 129.  
Polarisation. Theorie der Konzentrations—. **161**, 83.  
Potential. Abscheidungs—. von  $Hg$ . **162**, 63.  
— Eisen. **160**, 141, 245.  
— Kalomelektrode. **160**, 1.  
— Kobalt. **160**, 34.  
— siehe Überspannung, Zetapotential.  
Potentialsprung, elektrokinetischer. **160**, 385.  
Potentiometrische Messung an koagulierendem  $Fe(OH)_3$ . **159**, 403.  
Potentiometrische Titration.  $Al$ -Salze. **159**, 47.  
— — Ampholyte. **162**, 318.  
Primär- und Sekundärreaktion der Eiweisskörper mit Säuren und Basen. **164**, 97.  
Propan. Adsorptionswärme an  $NaCl$  und an zersetztem  $KMnO_4$ . **99**, 115.  
Proteine. Sprunghafte Reaktionen mit Alkali. **164**, 417.  
Pyridin. Leitfähigkeit in —. **160**, 337.  
— Refraktion von Gemischen mit —. **164**, 80.  
Pyridinderivate. Spektrochemie. **164**, 33.  
Pyridonderivate. Spektrochemie. **164**, 33.  
Pyrophosphorsäure. Geschwindigkeit der Hydrolyse. **159**, 268. **160**, 301.  
  
Quarzelektrode. **159**, 145, 393.  
Quecksilber. Abscheidungsspannung an Fremdelektroden. **162**, 63.  
Quecksilberkathode.  $H_2$ -Überspannung in Gegenwart von  $Pt$ -Metallen. **162**, 223.  
Quecksilbertropfelektrode. **162**, 241.



- Radioaktive Stoffe. Verteilung zwischen fest-flüssig. **161, 325.**
- Radium D (*Pb*). Verteilung zwischen kristallinen Bariumsalzen und Lösung. **161, 325.**
- Radiumstrahlen. Zersetzung von  $\text{SnO}_2$ . **161, 346.**
- Reaktion im festen Zustand. Bildung von Spinell. **161, 305.**
- — Katalyse. **161, 346.**
- Reaktionsverlauf, sprunghafter. **164, 417.**
- Refraktion flüssiger Gemische mit Benzol als Bestandteil. **162, 415.**
- — mit Essigsäure als Bestandteil. **161, 341.**
- — mit Pyridin als Bestandteil. **164, 80.**
- Spezifische Exaltation. **163, 67. 164, 44.**
- starker Elektrolyte in Lösung. **160, 295.**
- Regenfall. Theorie. **159, 161.**
- Rhenium. Beiträge zur physikalischen Chemie des —. **159, 27.**
- Geochemie. **161, 395.**
- Rheniumoxyde. Bildungswärmen. **159, 415.**
- Rhodan. Jodometrische Oxydation. **159, 414.**
- Röntgenspektrum. Amylopektin. **163, 291.**
- Rost siehe Korrosion.
- Säuren. Dissoziation in Salzlösungen. **159, 306, 315.**
- Salpetersäure. Aktivitätskoeffizienten. **164, 377.**
- Oxydation von  $\text{HCl}$ . **159, 428.**
- Salze. Bedeutung des Lösungsmittels für Löslichkeit und Aktivitätskoeffizienten der Ionen. **162, 128.**
- Dissoziation binärer — in nicht wässrigen Lösungsmitteln. **162, 1.**
- Isomorphe Abscheidung an kristallisierenden. **161, 362.**
- Löslichkeit in Aceton. **161, 255, 269.**
- Neutralsalzwirkung in konzentrierten —-Lösungen. **160, 290.**
- Tiefschmelzende. **160, 45, 57, 161.**
- Verdünnungswärme und thermodynamische Daten 1-2-wertiger. **160, 445.**
- siehe Elektrolyte.
- Salzlösung. Dissoziation von Säuren in —. **159, 306, 315.**
- Salzsäure. Oxydation durch  $\text{HNO}_3$ . **159, 428.**
- Sauerstoff. Beladung von aktiver Kohle. **159, 436.**
- Gehalt der Luft. **163, 82.**
- Korrosion mit und ohne —. **160, 194.**
- Systeme mit Bleioxyden. **160, 99.**
- siehe Verbrennung.
- Schmelzen unter Druck. **162, 286.**
- Schmelzpunkt. Dielektrizitätskonstante und Dichte von Nitrobenzol in der Nähe des —. **161, 389.**
- Schmelztemperatur und Korngrösse. **160, 158.**
- Schwebewaage. Messungen von Dichteschwankungen und  $\text{O}_2$ -Gehalt der Luft. **163, 82.**
- Schwefeldioxyd. Adsorption bei niedrigem Druck. **164, 209.**
- Adsorptionswärme an  $\text{NaCl}$ . **159, 115.**

- Schwefelsäure. Wasserdampfdruck über —. **160**, 272.  
Selenelektrode. *Becquerel*-Effekt. **161**, 401.  
Siedekurve des Systems  $HF-H_2O$ . **162**, 454.  
Siedepunkt siehe Ebullioskopie.  
Siedepunkterhöhung in flüssigem  $HF$ . **164**, 176, 201.  
Silan. Bildung in der Wasserstoffentladung. **164**, 20.  
Silber. System  $Ag-Cu-Zn$ . **160**, 15.  
Silberbromid— $CuBr$ -Mischkristalle. *Ludwig-Soret*-Effekt und Ionenbeweglichkeit. **164**, 241.  
Silber—Cadmiumlegierung. Elektrochemische Untersuchung. **163**, 107.  
Silbersol. Oberflächenspannung. **160**, 8.  
Solvatation. Gleichgewicht in kolloiden Lösungen. **159**, 374, 375, 409.  
— Makromolekülen. **161**, 441.  
Spektrochemie: Pyridin- und Pyridonderivate. **164**, 33.  
Spezifische Wärme gesättigter Dämpfe. **159**, 161.  
Spinell  $Al_2ZnO_4$ . Bildung im festen Zustand. **161**, 305.  
Sprunghafte Zeitverläufe von Reaktionen. **164**, 417.  
Stärke. Einteilung nach Röntgenspektrum und Eigenschaften des Amylopektins. **163**, 291.  
Strömungsdoppelbrechung. Teilchenform und -grösse. **161**, 1.  
Strömungsströme. Ionentheorie der —. **163**, 378.  
Strontiumnitrat. Verdünnungswärme. **160**, 445.  
Stufenregel (*Ostwald*) und Keimbildungsgeschwindigkeit. **163**, 399.  
Suspension. *Brownsche* Bewegung und Viscosität. **163**, 133.  
  
Teilchenform und Teilchengrösse aus Viscosität und Strömungsdoppelbrechung. **161**, 1.  
Ternäres System. Methylalkohol—Isobutylalkohol—Wasser. **164**, 401.  
Tetraäthylammoniumhalogenide. Löslichkeit. **159**, 194.  
Tetraäthylsilan. Löslichkeit. **159**, 194.  
Thermische Dissoziation. Benzophenondiazid. **159**, 27.  
— —  $SrCO_3$ . **159**, 227.  
Thermodynamik konzentrierter Lösungen. **162**, 103.  
— Membrangleichgewicht. **162**, 346.  
— Solvatationsgleichgewicht in kolloiden Lösungen. **159**, 374, 409.  
Thermodynamische Aktivität. Binäre Legierungen. **159**, 241.  
— Daten.  $Mg$ -,  $Sr$ -,  $Ba$ -Nitratlösungen. **160**, 445.  
— Formelzeichen der Deutschen Bunsengesellschaft. **161**, 233.  
— Gleichgewichtsaussagen, Fall der Unanwendbarkeit. **162**, 241.  
Thixotrope Systeme. Dielektrizitätskonstante. **159**, 322.  
Titration. Kapillaranometrisch. **161**, 141.  
— Potentiometrisch.  $Al$ -Salze. **159**, 47.  
— — Ampholyte. **162**, 318.  
Toluidin 1,4. Grenzflächenaktivität und Adsorption an Grenzflächen flüssig | flüssig. **161**, 129.  
Transversale magneto-optische Anisotropie kolloidaler Lösungen. **164**, 55.

Tribolumineszenz. **163**, 8.

Tropfелеktrode. **162**, 241.

Überführung. Gold in Goldamalgal. **191**, 231.

Überschwefelsäure. Elektrolytische Bildung von Natriumpersulfat. **162**, 44.

Überspannung von  $H_2$ . **160**, 116. **162**, 53.

— an Legierungen. **159**, 131.

— an  $Hg$  bei Gegenwart von  $Pt$ -Metallen. **162**, 223.

— und Struktur der Doppelschicht. **164**, 121.

Ultraschallwellen. Einfluss auf chemische Prozesse. **163**, 161.

— Wirkung auf thixotrope Gele. **160**, 469.

— Zerstörung hochpolymerer Moleküle. **164**, 234.

Ultraviolettabsorption bei zwei chromophoren Gruppen. **160**, 46, 58.

— Azoxybenzol. **162**, 281.

Verbrennung. Katalyse der — von  $CO$  durch  $H_2O$ . **161**, 299.

Verbrennungswärme des Cyans. **164**, 386.

Verdünnungsgesetz binärer Salze in nicht wässrigen Lösungsmitteln. **162**, 1.

Verdünnungswärme.  $Mg$ -,  $Sr$ -,  $Ba$ -Nitrat. **160**, 445.

— starker Elektrolyte. **162**, 257.

Verteilung bei Gelreaktionen. **163**, 395.

—  $RaD$  und  $RaD + Ra$  zwischen  $Ba(NO_3)_2$  bzw.  $BaCl_2$  und Lösung. **161**, 325.

Verteilungskoeffizient. Ionen. **159**, 194.

— Messung mittels kapillarmanometrischer Titration. **161**, 141.

Verteilungszahl. Cyanwasserstoff, Essigsäure, Fluorwasserstoff über ihren Zweistoffsystemen mit Wasser. **162**, 449, 454, 467.

Viscosität. Brownsche Bewegung und — von Suspensionen. **163**, 133.

— Geschmolzene alkylierte  $NH_4$ -Salze. **160**, 45, 47.

— geschmolzener Pikrate. **160**, 161.

— Teilchenform und -grösse. **161**, 1.

Waage. Gasdichte — mit elektromagnetischer Messeinrichtung. Messungen damit. **163**, 73, 82.

— Hochtemperaturvakuum- —. **159**, 227. **161**, 421.

Wärme siehe Bildungs- —, spezifische, Verdünnungs- —.

Wasser. Absorption im sichtbaren Gebiet. **159**, 303. **160**, 468.

— Dampfdruck über  $H_2SO_4$ . **160**, 272.

Wasserdampf. Katalyse der  $CO$ -Verbrennung. **161**, 299.

— Zustandsgleichung. **159**, 135.

Wasserstoff. Adsorption an pyrophorem Eisen und Pudergold. **161**, 241.

— Einwirkung auf Holzkohle und aktive Kohle. **162**, 71.

— Reaktion  $H_2$  (Gas)  $\rightleftharpoons 2H$  (in  $Pd$ ). **159**, 459.

— Überspannung. **160**, 116. **162**, 53.

— an  $Hg$  bei Gegenwart von  $Pt$ -Metallen. **162**, 223.

— an Legierungen. **159**, 131.

— und Struktur der Doppelschicht. **164**, 121.

Wasserstoffbeladenes Palladium. Elektrischer Widerstand. **163**, 409.

- Wasserstoffelektrode. Eisen als —. **161**, 97.  
Wasserstoffentladung. Silanbildung. **164**, 20.  
Wasserüberführung, elektrolytische in *NaJ*-Lösung. **163**, 122.  
Widerstandsanomalie von *Bi*. **162**, 305.  
Wismut. Widerstandsanomalie. **162**, 305.
- Zeta-Potential bei anomaler Zähigkeit. **159**, 417.  
Zink. Metallfällung durch —. **161**, 113.  
— System *Ag—Cu—Zn*. **160**, 15.  
Zink—Aluminium—Spinell. Bildung. **161**, 305.  
Zinnoxid. Zersetzung durch *Ra*-Strahlen. **161**, 346.  
Zustandsdiagramm. Binäre Systeme aus Essigsäure und Aminen. **161**, 336.  
Zustandsgleichung des Wasserdampfes. **159**, 135.  
Zweidimensionale Reaktionen. **164**, 389.

## Autorenregister zu Band 159—164.

### Jahreszahlen.

1932: Band 159 bis 162. 1933: Band 163 bis 164.

- Abel, E.*, Bemerkungen zu zwei Arbeiten von *E. Angelescu* und *V. D. Popescu*. **159**, 414.
- Entgegnung. **162**, 372.
- Abel, E.*, *Schmid, H.* und *Retter, K.*, Zur photochemischen Kinetik der Jod-Oxalatreaktion. I. **163**, 53.
- Ackermann, P.* siehe *Fricke, R.* **161**, 227.
- Alfimowa, E.* siehe *Essin, O.* **162**, 44.
- Andauer, M.* und *Lange, E.*, Die Natur der Quecksilbertropfelektrode. Zugleich ein Beitrag zur Nichtanwendbarkeit thermodynamischer Gleichgewichtsaussagen auf Lösungen undefiniert kleiner Konzentrationen. **162**, 241.
- Anders, Otto*, Kryoskopische Effekte in gemischten Lösungsmitteln und ihre Beziehung zur Löslichkeit der Zusätze. **164**, 145.
- Angelescu, E.* und *Popescu, V. D.*, Erwiderung auf die Bemerkungen von *E. Abel*. **160**, 466.
- Audrieth, L. F.* siehe *Walden, P.* **160**, 337.
- v. Auwers, K.*, Zur Spektrochemie von Pyridin- und Pyridonderivaten. **164**, 33.
- Die Bedeutung der spezifischen Exaltation der Molrefraktion und Moldispersion. **164**, 44.
- Baborovsky, G.* und *Wagner, A.*, Die elektrolytische Wasserüberführung in *NaJ*-Lösungen. Die Rolle der Pergamentpapiermembran bei der Elektrolyse der wässrigen Lösungen von Alkali- und Erdalkalihalogeniden. **163**, 122.
- Banow, A. W.*, Einfluss der Temperatur auf die Fluoreszenzauslöschung der Farbstofflösungen durch Elektrolyte. **163**, 172.
- Becker, G.* und *Roth, W. A.*, Die Bildungswärmen von Indiumtrioxyd und Germaniumdioxyd. **161**, 69.
- siehe *Roth, W. A.* **159**, 1, 27, 415.
- Bemmann, R.* siehe *Berl, E.* **162**, 71.
- Bennewitz, K.* und *Neumann, W.*, Der Mechanismus der Knallgaselektrode. **164**, 277.
- Berl, E.* und *Bemmann, R.*, Die Einwirkung von Wasserstoff auf Holzkohle und aktive Kohle und die Methansynthese. **162**, 71.
- und *Weingärtner, E.*, Entzündungspunkte von aktiven Kohlen. **161**, 315.
- Beuthe, H.*, Einfluss der Ultraschallwellen auf chemische Prozesse. **163**, 161.
- Bhatnagar, S. S.* und *Mathur, K. G.*, Die Chemilumineszenz von Amarin. **159**, 454.
- — und *Budhiraja, K. L.*, Untersuchungen über Tribolumineszenz. **163**, 8.

- Bikermann, J. J.*, Ionentheorie der Elektromose, der Strömungsströme und der Oberflächenleitfähigkeit. **163**, 378.
- Birr, E. J.* siehe *Walden, P.*, **160**, 45, 57, 161, 327, 337. **163**, 263, 281, 321.
- Bjerrum, Niels und Józefowicz, Edward*, Studien über Ionenverteilungskoeffizienten. II. Löslichkeiten von Tetraäthylsilan und Tetraäthylammoniumhalogeniden in verschiedenen Lösungsmitteln. **159**, 194.
- Bodforss, Sven*, Zur Elektrochemie des Eisens. **160**, 141.
- und *Holmqvist, Arvid*, Die Antimonelektrode. **161**, 61.
- Borgmann, C. W.* siehe *Evans, U. R.* **160**, 194.
- Bossányi, I.* siehe *v. Kiss, A.* **160**, 290.
- Braune, H. und Giertz, W.*, Die Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätskonstante und der Dichte des Nitrobenzols in der Nähe des Schmelzpunktes. **161**, 389.
- Bresler, S. E., Druschinin, W. W. und Talmud, D. L.*, Zweidimensionale Reaktionen. I. **164**, 389.
- siehe *Talmud, D. L.* **163**, 91.
- Bretschneider, O.*, Der Einfluss der Sauerstoffbeladung auf die Adsorption von Elektrolyten durch aktivierte Kohle. **159**, 436.
- Broekman, F. W.* siehe *Smits, A.* **160**, 231.
- Brønsted, J. N., Delbanco, Agnes und Volqvartz, Kirsten*, Die Bedeutung des Lösungsmittels für die Löslichkeit von Salzen und die Aktivitätskoeffizienten der Ionen. **162**, 128.
- und *Vance, John E.*, Die Nitramidkatalyse in isoamylalkoholischer Lösung. Nitramidkatalytische Studien. IV. **163**, 240.
- Brüning, Hans und Sieverts, Adolf*, Der elektrische Widerstand wasserstoffbeladener Palladiumdrähte zwischen 160° und 310°. **163**, 409.
- Bružs, B.*, Zur Theorie der Konzentrationspolarisation. **161**, 83.
- Zur Theorie der Diffusion. **162**, 31.
- Buchmann, Ernst*, Heliumisothermen bei tiefen Temperaturen und hohen Drucken. **163**, 461.
- Budhiraja, K. L.* siehe *Bhatnagar, S. S.* **163**, 8.
- Bull, Henry B.*, Bemerkungen zur Kryolyse lyophiler Kolloide. **161**, 192.
- Burawoy, A.*, Der Chemismus der Addition an Doppelbindungsgruppen. **164**, 1.
- Cadenbach, Gustav* siehe *Fredenhagen, Karl.* **164**, 176, 201.
- Centnerszuer, M. und Heller, W.*, Kinetik der Umwandlung der Metallionen in Neutralatome unter der Einwirkung des metallischen Zinks. **161**, 113. Bericht. **162**, 152.
- und *Łaźniewski, M.*, Ebullioskopische Versuche. **160**, 257.
- und *Straumanis, M.*, Die Geschwindigkeit der Auflösung des Carbonyleisens in Salz- und Schwefelsäure. **162**, 94.
- Cernatescu, Radu und Mayer, Adrian*, Beiträge zur Kenntnis der Alkaliarsenite. I. **160**, 305.
- Chwaliński, Stephan* siehe *Lachs, H.* **159**, 172.
- Cohen, Ernst und van Hengel, J. W. A.*, Die Metastabilität der Elemente und Verbindungen als Folge von Enantiotropie oder Monotropie. XVI. Fällungsreaktionen. I. **161**, 161. XVII. Fällungsreaktionen. II. **161**, 179.



- Delbanco, Agnes* siehe *Brönsted, J. N.* **162**, 128.
- Deželić, M.*, Die Lösungsgleichgewichte der drei isomeren Phenylendiamine mit Guajacol. **160**, 119.
- Donnan, F. G.* und *Guggenheim, E. A.*, Die genaue Thermodynamik der Membrangeleichgewichte. **162**, 346.
- Drucker, C.*, Die Widerstandsanomalie des reinen Wismuts. **162**, 305.
- Druschinin, W. W.* siehe *Bresler, S. E.* **164**, 389.
- Durau, F.* und *Schratz, V.*, Adsorptionswärmen von  $SO_2$  und  $C_3H_8$  am  $NaCl$  und von  $C_3H_8$  und  $C_2H_6$  am zersetzten  $KMnO_4$ . **159**, 115.
- Eberius, E.* siehe *Le Blanc, M.* **160**, 69, 129.
- Eisenschitz, R.*, Mehrphasige Gleichgewichte in Systemen, die durch Membranen unterteilt sind. **162**, 216. Nachtrag. **164**, 393.
- Der Einfluss der *Brownschen* Bewegung auf die Viscosität von Suspensionen. **163**, 133.
- Ekwall, Per*, Die Leitfähigkeit der Natriummyristatlösungen bei verschiedenen Temperaturen. **161**, 195.
- Die Leitfähigkeit alkylierter Ammoniumpikrate in wässriger Lösung bei  $0^\circ$ ,  $25^\circ$  und  $90^\circ$ . **161**, 211.
- Die Leitfähigkeit alkylierter Ammoniumpikrate in wässriger Lösung bei  $0^\circ$ ,  $25^\circ$  und  $90^\circ$ . II. **163**, 442.
- Engelhardt, Günter* siehe *Wagner, C.* **159**, 241.
- Erbacher, Otto*, Die Vorgänge beim Austausch zwischen Metallatomen und edleren Ionen. **163**, 196.
- Eine Methode zur Bestimmung der absoluten Oberfläche von Metallen. **163**, 215.
- Eine Methode zur absoluten Bestimmung der aktiven Fläche von Edelmetallen. **163**, 231.
- Erdey-Grúz, T.* und *Wick, H.*, Zur Frage der Wasserstoffüberspannung. **162**, 53.
- Die Abscheidungsspannung des Quecksilbers an Fremdelektroden. **162**, 63.
- Essin, O.*, Zur Theorie der gemeinsamen Entladung verschiedener Ionenarten. **164**, 87.
- und *Alfimova, E.*, Zur Theorie der elektrolytischen Bildung des Natriumpersulfats. **162**, 44.
- Ettisch, G.* und *Schulz, Günter Viktor*, Sprunghafte Zeitverläufe von Reaktionen zwischen Proteinen und Alkali. **164**, 417.
- und *Zwanzig, A.*, Variabilität des elektrokinetischen Potentialsprunges. **160**, 385.
- siehe *Schulz, G. V.* **164**, 97.
- Eucken, A.* und *Fajans, K.*, Empfehlung bestimmter thermodynamischer Formelzeichen seitens der Deutschen Bunsengesellschaft (im Auftrage mitgeteilt). **161**, 233.
- Evans, U. R.* und *Borgmann, C. W.*, Korrosion unter und ohne Mitwirkung von Sauerstoff. Erwiderung an *E. Liebreich*. **160**, 194.
- Eyber, Gerhard* siehe *Stock, A.* **163**, 82.
- Fajans, K.* siehe *Eucken, A.* **161**, 233.
- Farkas, L.*, Die elektrische Leitfähigkeit der Alkalimetall-Lösungen in flüssigem Ammoniak. **161**, 355.
- Firla, T.* siehe *Wertyporoch, E.* **162**, 398.

- Fischer, Josef*, Die Lichtabsorption kristallin-flüssiger Substanzen. **160**, 101.
- Fischer, Werner*, Kryoskopische Regeln und Dipoltheorie. **163**, 263.
- Flood, Haakon*, Die Wasserstoffüberspannung bei Legierungen. **159**, 131.
- Fodiman, E.* siehe *Rabinowitsch, A. J.* **159**, 403.
- Fredenhagen, Karl*, Das Problem der elektrolytischen Dissoziation. II. Zugleich eine Entgegnung auf die Erwiderung der Herren *Hammerschmid* und *Lange*. **159**, 81, 100.
- Löslichkeiten, Leitfähigkeiten und Siedepunktserhöhungen anorganischer und organischer Verbindungen in flüssigem Fluorwasserstoff. (Nach Versuchen von *Gustav Cadenbach* und *Willi Klatt*.) **164**, 176.
  - und *Cadenbach, Gustav*, Die Bestimmung von molekularen Siedepunktserhöhungen in Fluorwasserstoff. **164**, 201.
  - und *Liebster, Helmut*, Die Teildrucke und Verteilungszahlen der Essigsäure über ihren wässrigen Lösungen bei 25° C. **162**, 449.
  - und *Wellmann, Marianne*, Verteilungszahlen des Fluorwasserstoffs über dem Zweistoffsystem [ $H_2O-HF$ ] bei 25° C und die Siedepunktskurve dieses Systems bei Atmosphärendruck. **162**, 449.
  - — Verteilungszahlen des Cyanwasserstoffs und des Wassers über dem Zweistoffsystem [ $H_2O-HCN$ ] bei 18° C. **162**, 467.
- Freundlich, H., Rogowski, F. und Söllner, K.*, Die Wirkung von Ultraschallwellen auf thixotrope Gele. **160**, 469.
- Fricke, R. und Ackermann, P.*, Zur Existenz des Bleisuboxydes  $Pb_2O$ . **161**, 227.
- Frumkin, A.*, Bemerkung zur Theorie der Wasserstoffüberspannung. **160**, 116.
- Wasserstoffüberspannung und Struktur der Doppelschicht. **164**, 121.
- Gerding, H.*, siehe *Smits, A.* **160**, 231.
- Giebenhain, H.*, siehe *Magnus, A.* **164**, 209.
- Giertz, W.*, siehe *Braune, H.* **161**, 389.
- Glazunov, A. und Krivohlav, J.*, Quantitative Bestimmung des Nickels in Nickelstählen auf elektrographischem Wege. **161**, 373.
- Guggenheim, E. A.*, siehe *Donnan, F. G.* **162**, 346.
- Hahn, Friedrich L. und Klockmann, R.*, Ein Beitrag zur Kenntnis der Ampholyte. 10. Mitteilung zur Auswertbarkeit potentiometrischer Titrierungen. **162**, 318.
- Hahn, O.*, siehe *Köding, Hans*. **162**, 174.
- siehe *Mumbraner, Rolf*. **163**, 142.
- Hammerschmid, H. und Lange, E.*, Schlussbemerkungen zur Diskussion mit Herrn *K. Fredenhagen*. Zugleich Kritik einiger vermeintlicher Gründe für die Vernachlässigung des Galvanipotentials Metall/Metall in der galvanischen Kette. **159**, 100.
- — Verdünnungswärmen und einige andere thermochemische Daten von 2-wertigen Salzen. III.  $Mg(NO_3)_2$ ,  $Sr(NO_3)_2$ ,  $Ba(NO_3)_2$  in  $H_2O$  bei 15° C. **160**, 445.
- Hanisch, K.*, siehe *v. Wartenberg, H.* **161**, 463. **164**, 144.
- Hartmann, Friedrich und Rosenfeld, Peter*, Aktivitätskoeffizienten der Salpetersäure. **164**, 377.
- Hass, Karl und Jellinek, Karl*, Die Aktivitätskoeffizienten von Ionen. **162**, 153.
- Haugaard, G.*, Studien über die Glaselektrode. **160**, 279.

- Heller, Wilfried und Zocher, Hans, Die transversale magneto-optische Anisotropie. einiger kolloider Lösungen. I. **164**, 55.  
 — siehe *Centnerszwer, M.* **161**, 113. **162**, 152.
- Hellström, Nils, Das Reaktionsvermögen der Mercaptidogruppe. II. **163**, 33.
- Herasymenko, P., siehe *Slendyk, I.* **162**, 223.
- Hess, Kurt und Schwarzkopf, O., Zur Bestimmung der Verteilung bei Gelreaktionen. Bemerkungen zu einer Abhandlung von G. Champetier über die Zusammensetzung der Alkalicellulosen. **163**, 395.  
 — *Trogus, Carl* und *Schwarzkopf, Otto*, Zur Kenntnis der Alkalicellulose. II. (Ein Versuch zur phasentheoretischen Behandlung von Gelreaktionen.) **162**, 187.
- Heymann, T. und Jellinek, K., Das Gleichgewicht  $Ni + Co \rightleftharpoons Ni^{++} + Co$ , sowie das Kobaltpotential. **160**, 34.
- Hiedemann, Egon, Zur Silanbildung in der Wasserstoffentladung. **164**, 20.
- Hild, Kurt, Die Bildung des Spinells  $Al_2ZnO_4$  durch Reaktion im festen Zustand. **161**, 305.
- Hillmer, Armin und Paersch, Erwin, Die Ultraviolettabsorption von Lösungen, die zwei chromophore Gruppen enthalten. **161**, 46.  
 — — Bemerkung über die Ultraviolettabsorption von Substanzen mit zwei chromophoren Gruppen. **161**, 58.
- Holmqvist, Arvid, siehe *Bodforss, Sven.* **161**, 61.
- Hory, Eberhard, siehe *Müller, Eugen.* **162**, 281.
- Hückel, Erich, Bemerkungen zur Bedeutung der sogenannten spezifischen Exaltationen der Molrefraktion und Moldispersion. **163**, 27.
- Imre, Ludwig, Zur Kinetik der Oberflächenvorgänge an Kristallgittern. II. Die Elementarprozesse bei der Ausbildung einer aus mehreren Komponenten bestehenden Grenzschicht. **164**, 327.  
 — Grenzflächengleichgewichte und innere Gleichgewichte in heterogenen Systemen. I. Austausch- und Aufladungsvorgänge an heteropolaren Kristallflächen. **164**, 343.  
 II. Beiträge zur Theorie der fraktionierten Kristallisation. **164**, 364.
- Jänecke, Ernst, Schmelzen unter Druck. II. **162**, 286.  
 — Das System Methylalkohol—Isobutylalkohol—Wasser. **164**, 401.
- Janitzki, J., siehe *Müller, Erich.* **160**, 245. **162**, 385.
- Jellinek, Karl, siehe *Hass, Karl.* **162**, 153.  
 — siehe *Heymann, T.* **160**, 34.
- Józefowicz, Edward, siehe *Bjerrum, N.* **159**, 194.
- Käding, Hans, Der Einbau kleiner Mengen von Blei in Alkalihalogenide. (VI. Mitteilung über die Fällung und Adsorption kleiner Substanzmengen von O. Hahn und Mitarbeiter.) **162**, 174.  
 — *Mumbrauer, R.* und *Riehl, N.*, Die Gesetzmässigkeiten bei isomorpher Abscheidung kleiner Substanzmengen mit kristallisierenden Salzen. **161**, 362.
- Kailan, Anton, Die Hydrolysegeschwindigkeit von Pyrophosphorsäure. **160**, 301.
- Kallmann, H. und Kreidl, W., Messung der Dielektrizitätskonstante thixotroper Systeme und orientierter Schichten. **159**, 322.
- Katz, J. R., siehe *Samec, M.* **163**, 291.

- Keinert, M.*, Das System Silber—Kupfer—Zink. **160**, 15.  
— Das System Silber—Kupfer—Cadmium. **162**, 289.
- v. Kiss, A.*, Die Neutralsalzwirkung bei den Ionenreaktionen. V. Die Neutralsalzwirkung in konzentrierten Salzlösungen. Nach Untersuchungen von *I. Bossányi*. **160**, 290.
- Klages, Friedrich*, Zur Kinetik der Spaltung vielgliedriger Kettenmoleküle. **159**, 357.
- Klar, B.*, siehe *Magnus, A.* **161**, 241.
- Klatt, Willi*, siehe *Fredenhagen, Karl*. **164**, 176.
- Klemen, R.*, siehe *Samec, M.* **163**, 291.
- Klockmann, R.*, siehe *Hahn, F. L.* **162**, 318.
- Knop, W.*, siehe *Landt, E.* **162**, 331.
- v. Kolossowsky, N.* und *Udowenko, W.*, Die spezifischen Wärmen der gesättigten Dämpfe am Siedepunkt und Theorie der Nebelbildung und des Regenfalles. III. Mitteilung. **159**, 161.
- Kordes, Ernst*, Beitrag zur Thermodynamik der konzentrierten Lösungen. II. Berechnung der gesamten Kristallisationskurven in binären eutektischen Systemen. **162**, 103.
- Kornfeld, G.* und *Stern, A.*, Die thermische Zersetzung des Benzophenondiazids. **159**, 40.
- Kreidl, W.*, siehe *Kallmann, H.* **159**, 322.
- Krivohlavy, J.*, siehe *Glazunow, A.* **161**, 373.
- Kronmann, E.*, Bemerkung zu der Arbeit: „Geochemie des Rheniums“ von *I.* und *W. Noddack*. **161**, 395.
- Kuhn, Werner*, Zur Kinetik der Spaltung mehrgliedriger Ketten. **159**, 368.  
— Teilchenform und Teilchengrösse aus Viscosität und Strömungsdoppelbrechung. **161**, 1.  
— Dehnungsdoppelbrechung von Kolloiden in Lösung. **161**, 427.
- Kuss, E.*, siehe *Lehrer, E.* **163**, 73.
- Lachs, H.* und *Chwalinski, Stephan*, Einfluss der Nichtelektrolyte auf die Koagulationswerte von Elektrolyten. **159**, 172.  
— und *Parnas, Sophie*, Adsorption von Farbstoffen an Diamant, Kohle und Kunstseide. **160**, 425.
- Laing-MacBain, M. E.*, siehe *MacBain, J. W.* **161**, 279.
- Landt, E.* und *Knop, W.*, Adsorptionsverdrängung und Molekülorientierung an aktiver aschefreier Kohle. **161**, 331.
- Lange, B.*, Über die Gültigkeit des *Lambert-Beerschen* Gesetzes in Kolloiden. **159**, 277.  
— und *Schusterius, C.*, Die Lichtabsorption wässerigen Kaliumpermanganatlösungen. **159**, 295.  
— — Die Absorption des Wassers im sichtbaren Spektralgebiet. **159**, 303.  
— — Berichtigung. **160**, 468.
- Lange, E.*, siehe *Andauer, M.* **162**, 241.  
— siehe *Hammerschmid, H.* **159**, 100. **160**, 445.
- Lange, Jörn*, Die kryoskopische Reinheitsprüfung von Flüssigkeiten und die Reinigung des Cyclohexanols. **161**, 77.

- Lannung, Axel, Die Löslichkeit der Alkalihalogenide in Aceton. **161**, 255.
- Der Einfluss von Wasser und Alkoholen auf die Löslichkeit von Salzen in Aceton. **161**, 269.
- Larson, Erik, Die elektrolytische Dissoziation von Säuren in Salzlösungen. IV. Die Dissoziationskonstanten einiger Fettsäuren mit verzweigten Kohlenstoffketten und die Aktivitätsverhältnisse ihrer Ionen in Natriumchlorid- und Kaliumchloridlösung. **159**, 306. V. Die Dissoziationskonstanten einiger aliphatischer ungesättigter Säuren und die Aktivitätsverhältnisse ihrer Ionen in Natriumchlorid- und Kaliumchloridlösungen. **159**, 315.
- Laźniewski, M., siehe Centnerszwer, M. **160**, 257.
- Le Blanc, M. und Eberius, E., Untersuchungen über Bleioxyd und deren Systeme mit Sauerstoff. **160**, 69.
- Untersuchungen über die Existenz des Bleisuboxyds  $Pb_2O$ . **160**, 129.
- Lehrer, E. und Kuss, E., Eine verbesserte Gasdichtewaage mit elektromagnetischer Messeinrichtung. **163**, 73.
- v. Lengyel, Béla, Beiträge zum Verhalten der Quarzelektroden. I. **159**, 145.
- und Mátrai, Tibor, Beiträge zum Verhalten der Quarzelektroden. II. **159**, 393.
- Liebreich, Erik, Erörterungen zur Theorie der Korrosion. **160**, 211.
- Das Eisen als Wasserstoffelektrode. **161**, 97.
- Liebster, Helmut, siehe Fredenhagen, K. **162**, 449.
- Linhard, Martin und Stephan, Michael, Über die Löslichkeit anorganischer Verbindungen in flüssigem Ammoniak. **163**, 185.
- MacBain, James W. und Laing-MacBain, M. E., Die Grundannahmen und Gleichungen der Elektrokinetik. **161**, 279.
- Mach, W., siehe Müller, W. J. **161**, 147, 158, 411.
- Magat, Michael, Die Rolle der Lösungsmittel bei monomolekularen Reaktionen. **162**, 432.
- Magnus, A. und Giebenhain, H., Die Adsorption von Schwefeldioxyd und Kohlendioxyd im Gebiet kleiner Gleichgewichtsdrucke. **164**, 209.
- und Klar, B., Zur Kenntnis der Adsorption von Kohlendioxyd, Äthylen und Wasserstoff an pyrophorem Eisen und Pudergold. **161**, 241.
- Majer, Vladimír und Mareček, Vladimír, Zur Kenntnis der Reaktionskinetik in heterogenen Systemen. Über die Oxydation von Anthracen mittels Chromsäure. **159**, 181.
- Mareček, Vladimír, siehe Majer, V. **159**, 181.
- Martin, W., siehe Wilke, E. **160**, 39.
- Masaki, Kosaku, Die Zusammensetzung komplexer Metall—Cyan-Radikale. Komplexes Nickel—Cyan-Radiakal. **159**, 223.
- Matavulj, P. G., siehe Puschin, N. A. **161**, 341. **162**, 415. **164**, 80.
- Mathur, Krishna Gopal, siehe Bhatnagar, S. S. **159**, 454. **163**, 8.
- Mátrai, Tibor, siehe v. Lengyel, B. **159**, 393.
- Mayer, Adrian, siehe Cernatescu, Radu. **160**, 305.
- Mehl, W., siehe Pohland, E. **164**, 48.
- v. Meyeren, Wilhelm, Eine einfache Methode zur Messung kleiner Dampfdrucke. Messung des Wasserdampfdruckes über Schwefelsäure verschiedener Konzentrationen. **160**, 272.

- Moll, W., siehe Volmer, M. 161, 401.
- Müller, Erich, Zur Passivität des Chroms. III. Eine neue Theorie derselben. 159, 68.
- und Janitzki, J., Zum elektromotorischen Verhalten des Eisens. 160, 245.
- — Zum elektromotorischen Verhalten des Nickels und des Kobalts. 162, 385.
- Müller, Eugen und Hory, Eberhard, Ultraviolett-Absorptionsspektren von Azoxybenzolen. III. 162, 281.
- Müller, W. J. und Machu, W., Zur Kritik der Versuche, die Entfernung von Schichten auf Eisen optisch nachzuweisen. Schlusswort zu der Diskussion mit Herrn L. Tronstad. 161, 147, 158.
- — Zur Theorie der Passivitätserscheinungen. XVI. Über die Eigenschaften der natürlichen Deckschicht auf Eisen bei verschiedener mechanischer Vorbehandlung. 161, 411.
- Mumbrauer, Rolf, Die Abscheidung kleinster Substanzmengen an auskristallisierenden Niederschlägen. (VII. Mitteilung über die Fällung und Adsorption kleinster Substanzmengen von O. Hahn und Mitarbeitern.) 163, 142.
- siehe Käding, H. 161, 362.
- Muus, Jytte, Die Hydrolysegeschwindigkeit der Phosphorsäure. 159, 268.
- Naumann, F., Untersuchungen zur Zustandsgleichung des Wasserdampfes. 158, 135.
- Neumann, Kurt und Völker, Ernst, Eine Drehwaagemethode zur Messung kleinster Dampfdrucke. 161, 33.
- Neumann, W., siehe Bennewitz, K. 164, 277.
- Neurath, Hans und Pauli, Wolfgang, Hochgereinigte Eisenoxydsol. 163, 351.
- Nicolsky, B. P. und Paramanova, V. I., Potentiometrische Titration der Aluminiumsalze und kolloidchemische Eigenschaften des Aluminiumhydroxyds. 159, 47.
- Ölander, Arne, Eine elektrochemische Untersuchung von Cadmium—Silber-Legierungen. 163, 107.
- Eine elektrochemische Untersuchung von Messing. 164, 428.
- Ostwald, Wo., Osmose und Solvation disperser Systeme. 159, 375.
- Otiai, Kazuo, siehe Tamaru, S. 161, 346.
- Paersch, Erwin siehe Hillmer, A. 161, 46.
- Paramonova, V. I. siehe Nicolsky, B. P. 159, 47.
- Parnas, Sophie siehe Lachs, H. 160, 425.
- Parts, Adolf, Bemerkung zu der Arbeit: „Über die Neutralsalzwirkung bei den Ionenreaktionen“ von A. v. Kiss. 164, 439.
- Passauer, Hermann, Die katalytische Wirkung des Wasserdampfes bei der Verbrennung von Kohlenoxyd. 161, 299.
- Passynsky, A. H. siehe Sokolof, S. I. 160, 366.
- Patscheke, Gerhard, Die Löslichkeit des Kochsalzes in flüssigem Ammoniak. 163, 340.
- Pauli, Wolfgang siehe Neurath, H. 163, 351.
- Pesce, G., Die Konzentrationsabhängigkeit der Äquivalentrefraktion von starken Elektrolyten in Lösung. 160, 295.
- Plake, Ewald, Verdünnungswärmen von Lösungen starker Elektrolyte und die Assoziationshypothese von Nernst. 162, 257.
- Pohland, E. und Mehl, W., Physikalische Eigenschaften des Äthylamins. 164, 48.



- Polessitsky, A.*, Die Verteilung der radioaktiven Stoffe zwischen fester kristalliner und flüssiger Phase. VIII. Die Verteilung von *RaD* (*Pb*) und eines Gemisches von *RaD* und *Ra* zwischen kristallinischem Bariumnitrat bzw. Chlorid und seiner gesättigten wässerigen Lösung bei  $t=0^{\circ}$  und  $t=25^{\circ}$ . **161**, 325.
- Popescu, V. D.*, siehe *Angelescu, E.* **160**, 466.
- Puschin, N. A.* und *Matarulj, P. G.*, Der Brechungsindex flüssiger Gemische mit Essigsäure als Komponente. **161**, 341.
- — Brechungsindex flüssiger Gemische mit Benzol als Komponente. **162**, 415.
- — Der Brechungsindex flüssiger Gemische mit Pyridin als Komponente. **164**, 80.
- und *Rikowski, I. I.*, Die Zustandsdiagramme binärer Systeme mit Essigsäure und Aminen als Komponenten. **161**, 336.
- Rabinowitsch, Adolph J.* und *Fodiman, E.*, Über die Elektrolytkoagulation der Kolloide. XI. Kataphoretische und potentiometrische Messungen bei der Koagulation von kolloidem Eisenhydroxyd. **159**, 403.
- Ramser, Hans*, siehe *Stock, A.* **163**, 82.
- Reichardt, H.*, Das  $\zeta$ -Potential bei anomaler Zähigkeit in der Doppelschicht. **159**, 417.
- Reinhold, H.* und *Schulz, Richard*, *Ludwig-Soret*-Effekt und Ionenbeweglichkeit in *CuBr*—*AgBr*-Mischkristallen. **164**, 241.
- Retter, K.*, siehe *Abel, E.* **163**, 53.
- Riehl, N.*, siehe *Käding, H.* **161**, 362.
- Riehm, H.*, Bestimmung des Potentials zwischen der 0.1 molaren und der gesättigten Kalomelektrode bei  $5^{\circ}$  bis  $50^{\circ}$ . **160**, 1.
- Rikowski, I. I.*, siehe *Puschin, N. A.* **161**, 336.
- Rogowski, F.*, siehe *Freundlich, H.* **160**, 469.
- Rosenfeld, Peter*, siehe *Hartmann, F.* **164**, 377.
- Roth, W. A.* und *Becker, G.*, Ordnungszahl und Bildungswärme. **159**, 1.
- — Beiträge zur physikalischen Chemie des Rheniums. **159**, 27.
- siehe *Becker, G.* **161**, 69.
- Ruemele, Theodor*, Das Verhalten der Farbstoffe und Silbersole bei der Messung ihrer Oberflächenspannung. **160**, 8.
- Samec, M.* und *Katz, J. R.*, unter teilweiser Mitarbeit von *Klemen, R.*, Abhandlungen zur physikalischen Chemie der Stärke und der Brotbereitung. XI. Zur Einteilung der Stärkearten in Gruppen nach dem Röntgenspektrum und nach den Eigenschaften des Amylopektins. **163**, 291.
- Sawada, E.*, siehe *Sementschenko, Wl.* **159**, 441.
- Schikorr, Gerhard*, Der Rostvorgang bei ungleichmässiger Belüftung. **160**, 205.
- Schmid, H.*, siehe *Abel, E.* **163**, 53.
- Schmidt, Otto*, Über den Ort der Sprengung von *C—C*-Bindungen in Kettenmolekülen. **159**, 337.
- Schoorl, N.*, Der Einfluss der Korngrösse von Stoffen auf deren Schmelztemperatur. **160**, 158.
- Schränker, W.*, siehe *Wilke, E.* **162**, 361.
- Schratz, V.*, siehe *Durau, F.* **159**, 115.
- Schütza, H.*, siehe *v. Wartenberg, H.* **164**, 386.

- Schulz, Günter Viktor*, Nachtrag zu der Arbeit: „Das Solvatationsgleichgewicht in kolloiden Lösungen.“ **159**, 374.
- Zur Thermodynamik des Solvatationsgleichgewichts in kolloiden Lösungen. **160**, 409.
- Die Bestimmung der Grösse, Gestalt und Solvation von Makromolekülen. **161**, 441.
- und *Ettisch, G.*, Primärreaktion und Sekundärreaktion der Eiweisskörper mit Säuren und Basen. **164**, 97.
- siehe *Ettisch, G.* **164**, 417.
- Schulz, Richard*, siehe *Reinhold, H.* **164**, 241.
- Schumacher, Hans-Joachim* und *Wiig, E. O.*, Der thermische Zerfall des Äthylamins. **162**, 419.
- Schusterius, C.*, siehe *Lange, B.* **159**, 303. **160**, 468.
- Schwarz, Karl*, Zur Theorie der Elektrolysenerscheinungen in metallischen Lösungen. **164**, 223.
- Die Überführungszahl des Goldes in Goldamalgam. **161**, 231.
- Schwarzkopf, Otto*, siehe *Hess, Kurt.* **162**, 187. **163**, 395.
- Seltzer, S.*, Beiträge zur Kenntnis der Salpetersäure als Oxydationsmittel. I. Der Reaktionsmechanismus bei der Oxydation von Salzsäure. **159**, 428.
- Sementschenko, Wl. und Sawada, E.*, Studien über Elektrolytengemische. I. Kryoskopie von Elektrolytengemischen. **159**, 454.
- Sennewald, K.*, Zerfall des Ozons in wässriger Lösung. **164**, 305.
- Sieverts, Adolf*, siehe *Brüning, H.* **163**, 409.
- Siomi, Kengo*, siehe *Tamaru, S.* **159**, 227.
- Slendyk, I. und Herasymenko, P.*, Wasserstoffüberspannung an Quecksilberkathoden in Gegenwart kleiner Mengen von Platinmetallen. **162**, 223.
- Smits, A.*, Allotropie bei Flüssigkeiten. II. **160**, 225.
- und *Gerding, H.*, Allotropie bei Flüssigkeiten. III. (Nach Versuchen mit *Broekman, F. W.* und *Stapper, W. C.*) **160**, 231.
- Söllner, K.*, siehe *Freundlich, H.* **160**, 469.
- Ssokolof, S. I. und Passynsky, A. H.*, Über Glaselektroden. **160**, 366. Berichtigung. **161**, 472.
- Stapper, W. C.*, siehe *Smits, A.* **160**, 231.
- Stephan, Michael*, siehe *Linhard, M.* **163**, 185.
- Stern, A.*, siehe *Kornfeld, G.* **159**, 40.
- Stock, Alfred, Ramser, Hans und Eyber, Gerhard*, Messungen mit der Schwebewaage: Dichteschwankungen und Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft. **163**, 82.
- Stranski, I. N. und Totomanow, D.*, Keimbildungsgeschwindigkeit und Ostwaldsche Stufenregel. **163**, 399.
- Straumanis, M.*, siehe *Centnerszwer, M.* **162**, 94.
- Szalay, A.*, Die Zerstörung von hochpolymeren Molekülen mittels Ultraschallwellen. **164**, 234.
- Talmud, B. A.*, siehe *Talmud, D. L.* **163**, 91.
- Talmud, D. L., Talmud, B. A. und Bresler, S. E.*, Lineare Erscheinungen: I. Lineare Benetzung und lineare Adsorption; Micellargewichte und micellare Dimensionen lyophiler Kolloide. **163**, 91.

- Talmud, D. L.*, siehe *Bresler, S. E.* **164**, 389.
- Tamaru, Setsuro und Siomi, Kengo*, Neubestimmung thermischer Dissoziationsgleichgewichte von anorganischen Verbindungen. II. Bestimmung der Dissoziationsgleichgewichte von Strontiumcarbonat mittels Hochtemperaturwaage. **159**, 227.
- III. Bestimmung der Dissoziationsgleichgewichte von Calciumhydroxyd mittels Hochtemperaturvakuumwaage. **161**, 421.
- und *Otaï, Kazuo*, Beiträge zur Katalyse der Reaktion zwischen festen Stoffen. IV. Zersetzung des Zinnoxys durch Einwirkung von Radiumstrahlen. **161**, 346.
- Tammann, G.*, Zur klassischen Dissoziationstheorie. **163**, 17.
- Taubmann, A.*, Grenzflächenaktivität und Orientierung polarer Moleküle in Abhängigkeit von der Natur der Trennungsfläche. VII. Grenzflächenaktivität und Adsorption von *p*-Toluidin an Grenzflächen flüssig | flüssig. VIII. Anwendung der Oberflächenspannungsmessungen als analytische Methode. Messung der Verteilungskoeffizienten (grenzflächenaktiver Stoffe) mittels kapillarmanometrischer Titration. **161**, 129, 141.
- Totomanow, D.*, siehe *Stranski, I. N.* **163**, 399.
- Tronstad, L.*, Bemerkungen zu der Arbeit von *W. J. Müller* und *W. Machu*. **161**, 154.
- Trogus, Carl*, siehe *Hess, Kurt*. **162**, 187.
- Udowenko, W.*, siehe *v. Kolossowsky, N.* **159**, 161.
- Ulman, Max*, Bestimmung osmotischer Drucke durch isotherme Destillation. II. **164**, 318.
- Vance, John E.*, siehe *Brönsted, J. N.* **163**, 240.
- van Hengel, J. W. A.*, siehe *Cohen, Ernst*. **161**, 161, 179.
- Völker, Ernst*, siehe *Neumann, K.* **161**, 33.
- Volmer, M. und Moll, W.*, Der *Becquerel*-Effekt an Selenelektroden. **161**, 401.
- Volqvartz, Kirsten*, siehe *Brönsted, J. N.* **162**, 128.
- Wagner, A.*, siehe *Baborovský, G.* **163**, 122.
- Wagner, Carl*, Die Kinetik der Reaktion  $H_2(\text{Gas}) \rightleftharpoons 2 H(\text{gelöst in Pd})$ . **159**, 459.
- Zur Deutung des elektrolytischen Stromleitungsanteils in Amalgamen und anderen Legierungen. II. **164**, 231.
- und *Engelhardt, Günter*, Beiträge zur Kenntnis der thermodynamischen Aktivitäten in binären Legierungen. **159**, 241.
- Walden, P.*, Beiträge zur unvollständigen Dissoziation von typisch binären Salzen und zur Anwendung des Verdünnungsgesetzes auf dieselben in nicht wässrigen Lösungsmitteln. II. **162**, 1.
- *Audrieth, L. F. und Birr, E. J.*, Leitfähigkeitsmessungen in Pyridin. **160**, 337.
- und *Birr, E. J.*, Untersuchungen an tiefschmelzenden Salzen. V. Darstellung, Dichte, Leitfähigkeit und innere Reibung von alkylierten Ammoniumpikraten. VI. Dichte, Leitfähigkeit und innere Reibung von alkylierten Ammonium-Jodiden und -Perchloraten im Schmelzfluss. VII. Dichte, Leitfähigkeit und innere Reibung von Mischungen geschmolzener Pikrate. **160**, 45, 57, 161.
- Leitfähigkeitsmessungen von alkylierten Ammoniumpikraten in Wasser. **160**, 327.

- Walden, P. und Birr, E. J., Leitfähigkeitsmessungen in Nitroverbindungen. 1. Leitfähigkeitsmessungen in Nitromethan. 2. Leitfähigkeitsmessungen in Nitrobenzol. 3. Über das Verhalten von Elektrolyten in Nitroverbindungen. **163, 263, 281, 321.**
- v. Wartenberg, H. und Hanisch, K., Die Bildungswärme von Chlorwasserstoff. **161, 463.** Berichtigung. **164, 144.**
- und Schütza, H., Die Verbrennungswärme des Cyans. **164, 386.**
- Weingärtner, E., siehe Berl, E. **161, 315.**
- Wellmann, Marianne, siehe Fredenhagen, K. **162, 454, 467.**
- Wertyporoch, Eugen und Firla, T., Die Leitfähigkeit von Aluminiumchlorid in nicht-wässrigen Lösungen. **162, 398.**
- Wick, H., siehe Erdey-Grúz, T. **162, 53, 63.**
- Wiig, E. O., siehe Schumacher, H.-J. **162, 419.**
- Wilke, E. und Martin, W., Beiträge zur Theorie der konzentrierten Lösungen. **160, 39.**
- und Schröckner, W., Beiträge zur Theorie der konzentrierten Lösungen. V. **162, 361.**
- Zirkler, Johannes, Beitrag zur Nernst-Theorie der Assoziation starker Elektrolyte. **164, 134.**
- Zur Assoziation starker Elektrolyte. **163, 1.**
- Zocher, Hans, siehe Heller, W. **164, 55.**
- Zwanzig, A., siehe Ettisch, G. **160, 385.**

### Besprechungen.

- Abderhalden, E., siehe Bauer, H. **164, 398.**
- siehe Frankel, Max. **164, 397.**
- Alexander, J., Colloid Chemistry, Theoretical and Applied. **164, 400.**
- Anschütz, siehe Reindel, F. **160, 124.**
- Arndt, K., Die künstlichen Kohlen. **164, 138.**
- Banco, R., Der Magnesit und seine Verarbeitung. **163, 317.**
- Bauer, Hugo, Dehalogenieren (Abderhaldens Handbuch, Lief. 354). **164, 398.**
- Berg, Georg, Das Vorkommen der chemischen Elemente auf der Erde. **164, 303.**
- Bergmann, Ernst, siehe Schlenk, W. **162, 151.**
- Berliner, A. und Scheel, K., Physikalisches Handwörterbuch, 2. Aufl. **164, 396.**
- Berthoud, A., Matière et Atomes. **161, 239.**
- Bikerman, J., siehe Freundlich, H. **162, 374.**
- Bremkamp, K., siehe Lorentz, H. A. **164, 395.**
- Brillouin, Leok, La Théorie de Quanta: l'Atome de Bohr. **162, 377.**
- British Association, Chemistry at the Centenary (1931) Meeting. **160, 303.**
- Carlsohn, Heinrich, Über eine neue Klasse von Verbindungen des positiv einwertigen Jods. **164, 399.**
- Chudoba, K., Die Feldspäte und ihre praktische Bestimmung. **160, 304.**
- Davison, A. W. und van Klooster, H. S., Laboratory Manual of Physical Chemistry. **161, 398.**
- de Boer, J. H., siehe van Arkel, A. E. **160, 382.**

- Dingler, H.*, Das Experiment, sein Wesen und seine Geschichte. — Das System, das philosophisch rationale Grundproblem und die exakte Methode der Philosophie. — Metaphysik als Wissenschaft vom Letzten. **159**, 240.
- Dorsch, K. E.*, Chemie der Zemente. **164**, 139.
- Erhärtung und Korrosion der Zemente. **160**, 383.
- Dralle, Robert*, Die Glasfabrikation. II. **162**, 382.
- Drucker, C.*, Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen (früher Ostwald-Luther). **162**, 373.
- und *Finkelstein, A.*, Galvanische Elemente und Akkumulatoren. **160**, 378.
- und *Proskauer, E.*, Physikalisch-chemisches Taschenbuch. I. **161**, 236.
- Eitel, Wilhelm, Pirani, Marcello und Scheel, Karl*, Glastechnische Tabellen. **160**, 473.
- Engelhardt, Viktor*, Handbuch der technischen Elektrochemie, I/1 und I/2. **163**, 157.
- Eucken, A., Jakob, M., Gmelin, P., Krönert, J., Witte, R., Padelt, E.*, Der Chemie-Ingenieur. II. **164**, 301.
- c. Euler, Hans und Ölander, Arne*, Homogene Katalyse, Bd. I. Nichtenzymatische Reaktionen. **159**, 234.
- Ewald, P. P. und Hermann, C.*, Strukturbericht 1913 bis 1928. **161**, 235.
- Faraday Society, Photochemical Processes. **159**, 235.
- Faust, O.*, Kunstseide. **159**, 236.
- Finkelstein, A.*, siehe *Drucker, C.* **160**, 378.
- Föppl, Ludwig*, Technische Mechanik (Handbuch der Experimentalphysik III/2). **161**, 236.
- Fortrat, René*, Introduction à l'étude de la physique théorique. I. Mécanique. II. Les vibrations. **164**, 397.
- Frankel, Max*, Katalytisch-organische Arbeitsmethoden (Abderhaldens Handbuch, Lief. 380, 382, 385). **164**, 397.
- Freudenberg, K.*, Stereochemie. **162**, 471.
- siehe *Kuhn, W.* **164**, 298.
- Freundlich, Herbert und Bikerman, J.*, Kapillarchemie. **162**, 374.
- Gamow, G.*, Der Bau des Atomkernes und die Radioaktivität (übersetzt von C. und F. Houtermans). **160**, 381.
- Garre, Bernward*, Einführung in die praktische Metallographie. **164**, 296.
- Gilman, H.*, Organic Syntheses. I. **162**, 375.
- Gina, Michele und Gina-Lollini, Clara*, Dizionario di Chimica generale e industriale. **164**, 444.
- Gmelin, P.*, siehe *Eucken, A.* **164**, 301.
- Gmelin*, Handbuch der anorganischen Chemie. 7 Brom, 8/1 Jod, 29 Strontium, 45 Germanium, 58/1, 2 Kobalt, 59/A 3, B 4, 5 Eisen. **162**, 473.
- Goldschmidt, Stefan*, Stereochemie. **164**, 299.
- Haas, Arthur*, Das Naturbild der neuen Physik, 3. Aufl. **164**, 394.
- Haldane, J. B. S. und Stern, K. G.*, Allgemeine Chemie der Enzyme. **162**, 378.
- Hamilton, William Rowan*, Mathematical Papers. **161**, 238.
- Haurowitz, Fritz*, Fortschritte der Biochemie. **161**, 398.

- Hedges, Ernest S.*, Protective Films on Metals. **162**, 376.  
*Hermann, C.*, siehe *Ewald, P. P.* **161**, 235.  
*Herzberg, G.*, Die Prädissoziation und verwandte Erscheinungen. **159**, 336.  
*v. Hevesy, Georg und Paneth, Fritz*, Lehrbuch der Radioaktivität. **159**, 470.  
*Hilditch, T. P.*, Die Katalyse in der angewandten Chemie (übersetzt von *E. Naujoks*). **161**, 470.  
*Hopkins, F. Gowland*, Die Probleme der Spezifität in der biochemischen Katalyse. **159**, 471.  
*Houtermans, C.*, siehe *Gamow, G.* **160**, 381.  
*Houtermans, F.*, siehe *Gamow, G.* **160**, 381.  
*Hückel, Walter*, Theoretische Grundlagen der organischen Chemie. **164**, 295.  
*Huffman, Hugh Martin*, siehe *Parks, G. S.* **164**, 302.  
  
*Jakob, M.*, siehe *Eucken, A.* **164**, 301.  
*Jellinek, Karl*, Lehrbuch der physikalischen Chemie. III. **161**, 160.  
*Joos, G.*, Lehrbuch der theoretischen Physik. **164**, 296.  
  
*Kallmann, H. und Schüler, H.*, Hyperfeinstruktur und Atomkern. **164**, 395.  
*Kassel, Louis S.*, The Kinetics of Homogenous Gas Reactions. **164**, 399.  
*Kassler, J.*, Untersuchungsmethoden für Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen. **164**, 300.  
*Kast, Hermann*, siehe *Metz, L.* **160**, 123.  
*Klemm, Li.*, siehe *van Arkel, A. E.* **160**, 383.  
*Klemm, Wilhelm*, siehe *van Arkel, A. E.* **160**, 382.  
*v. Klüber, Harald*, Das Vorkommen der chemischen Elemente im Kosmos. **160**, 126.  
*König, Ernst*, Elastizität und Festigkeit (Handbuch der Werkkräfte. III). **162**, 381.  
*Koppel, I.*, Chemiker-Kalender 1932. **161**, 159.  
— Eisen und seine Verbindungen (Handbuch der anorganischen Chemie IV 3/2 B/2). **161**, 398.  
*Kortüm, G.*, Neuere Forschungen über die optische Aktivität chemischer Moleküle. **160**, 303.  
*Kremann, R. und Müller, Robert*, Elektrolyse und Polarisation (Handbuch der allgemeinen Chemie 8, II). **160**, 124.  
*Krönert, J.*, siehe *Eucken, A.* **164**, 301.  
*Kronig, R. de L.*, Band Spectra and Molecular Structure. **159**, 239.  
*Kuhn, Alfred*, Wörterbuch der Kolloidchemie. **162**, 380.  
*Kuhn, W. und Freudenberg, K.*, Drehung der Polarisationssebene des Lichtes. **164**, 298.  
*Kussmann, A.*, siehe *Messkin, W. S.* **163**, 156.  
  
*Le Blanc, Max*, Ergebnisse der angewandten physikalischen Chemie. **164**, 138.  
*Liesegang, R. E.*, Kolloidchemie des Glases. **160**, 302.  
— Kolloidchemische Technologie. **163**, 472.  
*Lorentz, H. A.*, Vorlesungen, Bd. V. Die *Maxwellsche* Theorie. Bearbeitet von *K. Bremekamp*, übersetzt von *H. Stücklen*. **164**, 395.  
*Lyons, Darwin O.*, Das periodische System in neuer Anordnung. **160**, 304.



- Maass, O.* und *Steacie, E. M. R.*, An Introduction to the Principles of Physical Chemistry. **159**, 233.
- Mac Bain, James William*, The Sorption of Gases and Vapours by Solids. **163**, 319.
- Marcelin, André*, Solutions superficielles fluides à deux dimensions et stratifications monomoléculaires. **163**, 72.
- Mark, H.*, Physik und Chemie der Cellulose. **163**, 471.
- und *Wierl, R.*, Die experimentellen und theoretischen Grundlagen der Elektronenbeugung. **162**, 149.
- Medicus, L.*, siehe *Töpelmann, H.* **159**, 236.
- Meissner, W. Walter*, Chemischer Handatlas. **161**, 237.
- Messkin, W. S.* und *Kussmann, A.*, Die ferromagnetischen Legierungen. **163**, 156.
- Metz, Ludwig*, Chemische Untersuchung der Spreng- und Zündstoffe (nach hinterlassenen Manuskripten von *Hermann Kast*). **160**, 123.
- Müller, Emil*, Chemie und kontinentales Patentrecht. **163**, 474.
- Müller, Robert*, Allgemeine und technische Elektrometallurgie. **162**, 380.
- siehe *Kremann, R.* **160**, 124.
- Müller, Wilhelm*, Einführung in die Theorie der zähen Flüssigkeiten. **164**, 395.
- Müller-Pouillet*, Lehrbuch der Physik IV, 1. **163**, 312.
- Myrbäck, Karl*, Homogene Katalyse, Bd. II. Enzymatische Katalysen. **159**, 235.
- Nádai, A.*, Der bildsame Zustand der Werkstoffe. **164**, 141.
- Naujoks, E.*, siehe *Hilditch, T. P.* **161**, 470.
- v. Neumann, Johann*, Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik. **161**, 471.
- Nord, F. F.* und *Weidenhagen, R.*, Ergebnisse der Enzymforschung. **160**, 125.
- Ölander, Arne*, siehe *v. Euler, H.* **159**, 234.
- Ohle, Heinz*, Die Chemie der Monosaccharide und der Glykolyse. **159**, 237.
- Padelt, E.*, siehe *Eucken, A.* **164**, 301.
- Paneth, Fritz*, siehe *v. Hevesy, G.* **159**, 470.
- Parks, George Sutton* und *Huffman, Hugh Martin*, The Free Energies of some Organic Compounds. **164**, 302.
- Patterson, H. S.*, siehe *Whytlaw-Gray, R.* **162**, 376.
- Peierls, R.*, Elektronentheorie der Metalle. **164**, 139.
- Pirani, Marcello*, siehe *Eitel, W.* **160**, 473.
- Prahl, Walter*, siehe *Young, S.* **161**, 159.
- Prausnitz, Paul H.*, Glas- und keramische Filter im Laboratorium für Filtration, Gasverteilung, Dialyse, Extraktion. **164**, 394.
- Proskauer, E.*, siehe *Drucker, C.* **161**, 236.
- Przibram, K.*, Radioaktivität. **164**, 298.
- Rakshit, J. N.*, Association Theory of Solution and Inadequacy of Dissociation Theory. **162**, 377.
- Reindel, Fritz* (Richter-Anschütz III), Heterocyclische Verbindungen. **160**, 124.
- Remy, Heinrich*, Lehrbuch der anorganischen Chemie I, II. **160**, 379, 380.
- Richter*, siehe *Reindel, F.* **160**, 124.

- Rona, P.*, Praktikum der physiologischen Chemie. I. Teil: Fermentmethoden. **159**, 238.
- Roth, W. A.*, Thermochemie. **163**, 159.
- Sauter, Erwin*, Heterogene Katalyse. **162**, 379.
- Schay, Géza*, Hochverdünnte Flammen. **161**, 397.
- Scheel, Karl*, siehe *Berliner, A.* **164**, 396.
- siehe *Eitel, W.* **160**, 473.
- Schenk, H.*, Einführung in die physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse. **164**, 140.
- Schiebold, E.*, Kristallstruktur der Silicate. I. **164**, 296.
- Schlenk, Wilhelm* und *Bergmann, Ernst*, Ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie. **162**, 151.
- Schmidt, Julius*, Jahrbuch der organischen Chemie, 17. und 18. Jahrgang. **163**, 155.
- Schmitt, Willy*, Kolloidreaktionen der Rückenmarkflüssigkeit. **160**, 302.
- Schröter, W.*, Das Rhenium. **161**, 238.
- Schüler, H.*, siehe *Kallmann, H.* **164**, 395.
- Schwab, G.-M.*, Katalyse vom Standpunkt der chemischen Kinetik. **163**, 469.
- Semerano, Giovanni*, Il Polarografo, sua teoria e applicazioni. **163**, 473.
- Siegbahn, Manne*, Spektroskopie der Röntgenstrahlen. **162**, 150.
- Simon, H.* und *Suhrmann, R.*, Lichtelektrische Zellen und ihre Anwendung. **163**, 318.
- Staudinger, Hermann*, Die hochmolekularen organischen Verbindungen Kautschuk und Cellulose. **163**, 70.
- Steacie, E. M. R.*, siehe *Maass, O.* **159**, 233.
- Stern, K. G.*, siehe *Haldane, J. B. S.* **162**, 378.
- Strecke, W.*, Qualitative Analyse auf präparativer Grundlage. **163**, 319.
- Stücklen, H.*, siehe *Lorentz, H. A.* **164**, 395.
- Suhrmann, R.*, siehe *Simon, H.* **163**, 318.
- Tammann, G.*, Lehrbuch der Metallkunde. **164**, 443.
- Taylor, Hugh S.*, A Treatise on Physical Chemistry. **159**, 231.
- Tertsch, H.*, Trachten der Kristalle. **162**, 381.
- Thilo, Erich*, Die Valenz der Metalle *Fe, Co, Ni, Cu* und ihre Verbindungen mit Dioximen. **163**, 316.
- Töpelmann, H.*, Kurze Anleitung zur technisch-chemischen Analyse (früher *L. Medicus*). **159**, 235.
- Twyman, F.*, Recent Applications of Absorption Spectrophotometry. — The Practice of Absorption Spectrophotometry with Hilger Instruments. **163**, 318.
- Vagda*, Vereinigung akademischer Gerbereitechniker Darmstadt. Gerbereichemisches Taschenbuch. **164**, 142.
- Valentiner, S.*, Lehrbuch der Physik IV (Müller-Pouillet). **163**, 312.
- van Arkel, A. E.* und *de Boer, J. H.*, Chemische Bindung als elektrostatische Erscheinung (übersetzt von *Li* und *Wilhelm Klemm*). **160**, 382.
- van der Waerden, B. L.*, Die gruppentheoretische Methode in der Quantenmechanik. **161**, 397.

- van Klooster, H. S.*, siehe *Davison, A. W.* **161**, 398.
- van Liempt, I. A. M.*, De Afscheiding van Wolfraam mit gasvormige Verbindingen en hare Toepassing. **159**, 238.
- Walther, Johannes*, Die Natur in Goethes Weltbild. **163**, 473.
- Weidenhagen, R.*, siehe *Nord, F. F.* **160**, 125.
- Weizel, W.*, Bandenspektren (Handbuch der Experimentalphysik, Wien-Harms, Erg.-Bd. I). **162**, 147.
- Westphal, Wilhelm H.*, Physik, 3. Aufl. **164**, 396.
- Weygand, G.*, Quantitative analytische Mikromethoden der organischen Chemie in vergleichender Darstellung. **159**, 234.
- Whytlaw-Gray, R.* und *Patterson, H. S.*, Smoke, A Study of Aerial Disperse Systems. **162**, 376.
- Wierl, R.*, siehe *Mark, H.* **162**, 149.
- Witte, R.*, siehe *Eucken, A.* **164**, 301.
- Woker, Gertrud*, Die Katalyse II/2/2. Atmungsfermente. **159**, 235.
- Woytacek, Carl*, Lehrbuch der Glasbläserei. **164**, 141.
- Young, Sidney*, Theorie und Praxis der Destillation (Übersicht von *Walter Prahl*). **161**, 159.
- Zeise, H.*, Repertorium der physikalischen Chemie. **160**, 474.

A  
P  
R  
C  
P  
P  
V  
V  
V  
G  
D  
C  
P  
M  
P  
D

M

P